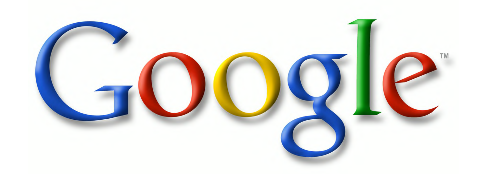


This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

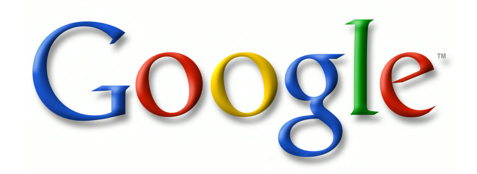
Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

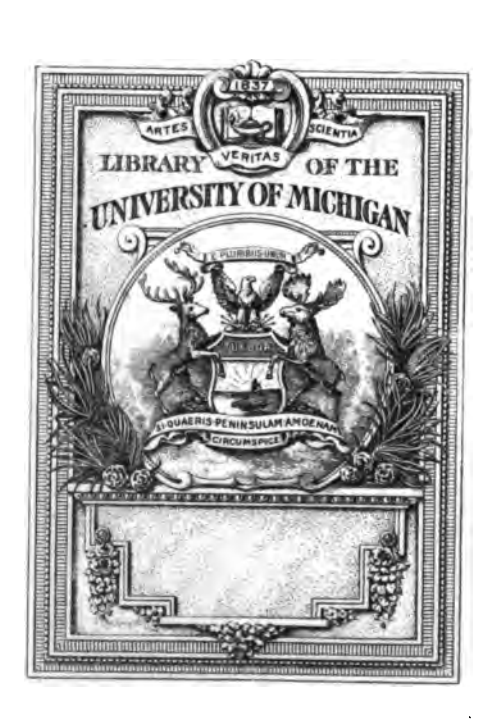
+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.


B 430725




1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE

[redacted]

Die

Technologie der Fette und Oele.

Die

Technologie der Fette und Oele.

ERSTER THEIL.

Verseifbare Fette und Oele.

Die Technologie der Fette und Oele des Pflanzen- und Thierreichs.

Mit 397 in den Text gedruckten Holzschnitten und 6 lithographirten Tafeln.

ZWEITER THEIL.

Nichtverseifbare Fette und Oele.

Die Technologie der Fette und Oele der Fossilien (Mineralöle) Harzöle und Schmiermittel.

Mit 293 in den Text gedruckten Holzschnitten und 6 lithographirten Tafeln.

Uebersetzungs- und andere Rechte vorbehalten.

Leipzig.

Baumgärtner's Buchhandlung.

Die
Technologie
der
Fette und Oele der Fossilien
(Mineralöle)
sowie der
Harzöle und Schmiermittel.

69499

Bearbeitet und herausgegeben

von

Dr. Carl Schaedler,
vereideter Chemiker und Sachverständiger der Königl. Gerichte zu Berlin.

Mit 298 Textillustrationen und 6 Tafeln.

Uebersetzungs- und andere Rechte vorbehalten.

Leipzig 1887.
Baumgärtner's Buchhandlung.

Vorwort.

Ein langes Vorwort zu gegenwärtigem Werke zu schreiben ist zwecklos, zumal die Ausgabe ja in Lieferungen erfolgt ist und die interessirenden Kreise sich somit bereits ein Urtheil gebildet haben.

Dasselbe ist ein Ergänzungswerk zur „Technologie der Fette und Oele des Pflanzen- und Thierreichs“, ist aber in sich abgeschlossen.

Auf die Bearbeitung ist wiederum der grösste Fleiss und die grösste Sorgfalt verwendet worden. Das Inhaltsverzeichniss und Register giebt Aufschluss über Eintheilung und Reichhaltigkeit.

Nur der Fachkenner vermag zu ermessen, mit welchen Schwierigkeiten bei der Bearbeitung zu kämpfen gewesen. Leider war, wenn die eignen Kräfte zeitweise gern einige Unterstützung suchten, — wie gewöhnlich fast überall eine unangebrachte „Geheimnissthuerei“ —. Die brauchbare Literatur war zudem sehr karg.

Im Uebrigen kann ich nur die Worte aus dem Vorworte zu meiner „Chemie der Kohlenwasserstoffe“ wiederholen: „Allen Alles recht zu machen steht in Niemandes Macht“.

Möge auch diesem Theile der Technologie der Fette und Oele eine freundliche Aufnahme zu Theil werden, möge derselbe zur Verbreitung und Förderung dieser in die Verhältnisse des Lebens so tief eingreifenden technischen Wissenschaft beitragen und dem Verfasser dadurch für die Mühen den schönsten Lohn bereiten.

Berlin, im Juli 1887.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichniss.

Seite

Vorwort . . . . V—VI

I. **Allgemein Geschichtliches** . . . . 1—11

II. **Begriff der Fossilien, Vorkommen des Erdöles, Erdpeches (Asphalt, Bitumen), Erdtheeres, Erdwachses und der Steinkohlen, Braunkohlen, bituminösen Schiefer etc. in geologischer Hinsicht** mit Figuren 1—18 . . . . 12—59

Begriff der Fossilien und Mineralien 12.

A. Producte des vorweltlichen Thierreichs — Zoogegenite — 16.

Vorkommen des Erdöles 16, Vorkommen des Erdpeches und Erdtheeres 38, Vorkommen des Erdwachses 42.

B. Producte des vorweltlichen Pflanzenreichs — Phytogenite 44.

Vorkommen der Steinkohle 44, Vorkommen der Braunkohle 50, Vorkommen des Torfes 55.

C. Producte des vorweltlichen Thier- und Pflanzenreichs — Bituminolithe — 57. Bituminöse Schiefer und Bogheadkohle 57.

III. **Theorien über Ursprung und Bildung der Fossilien** 60—85

IV. **Allgemeine Betrachtungen über Fossilien. Physicalische Eigenschaften; Chemische Zusammensetzung; Verhalten der Fossilien in der Hitze; trockne Destillation; fractionirte Destillation** mit Fig. 19—31 . . . . 86—194

1. Eigenschaften und Zusammensetzung des rohen Erdöles 86, fractionirte Destillation 91, Zusammensetzung der rohen Erdöle 100—117 (Afrika-

Seite

nische 100, Amerikanische 101, Asiatische 106, Europäische 109).

2. Eigenschaften und Zusammensetzung des Erdpeches und Erdtheeres 117.
3. Eigenschaften und Zusammensetzung des Erdwachses — Ozokerit 129.
4. Eigenschaften und Zusammensetzung der Steinkohlen 131, Elementarzusammensetzung 139, trockne Destillation 142, Theerausbeute etc. 148, Zersetzungsproducte der trocknen Destillation der Steinkohlen 151.
5. Eigenschaften und Zusammensetzung der Braunkohlen 155, Zersetzungsproducte bei trockner Destillation 168.
6. Eigenschaften und Zusammensetzung des Torfes 177, Zersetzungsproducte der trocknen Destillation 185.
7. Eigenschaften und Zusammensetzung der bituminösen Schiefer- und Bogheadkohlen 189.

V. Chemische Constitution der Mineralöle. Bildung der Kohlenwasserstoffe. Einwirkung chemischer Agentien auf Mineralöle. Verhältniss der Mineralöle zu den Pflanzenölen und Thierfetten . . . . . . 195—363

Theoretisches 195.

A. Eigenschaften und Beschreibung der Kohlenwasserstoffe der Sumpfgasreihe $Cn\,H_2n + 2$. Paraffine. Grenzkohlenwasserstoffe 211.

B. Eigenschaften und Beschreibung der ungesättigten Kohlenwasserstoffe. Kohlenwasserstoffe der allgemeinen Formel $Cn\,H_2n$. Aethylenreihe, Aethene, Olefine, Alkylene 236.

C. Kohlenwasserstoffe der allgemeinen Formel $Cn\,H_2n - 2$. Acetylene, Alkine 243.

D. Kohlenwasserstoffe der allgemeinen Formel $Cn\,H_2n - 4$. Terpene, Camphene 246.

E. Eigenschaften und Beschreibung der „aromatischen Kohlenwasserstoffe" 247.

1. Kohlenwasserstoffe mit einem Benzolkern 249.

I. Kohlenwasserstoffe der Benzolgruppe $Cn\,H_2n - 6$. 249.

Seite

II. Kohlenwasserstoffe der Styrolgruppe $C_nH_{2n} - 8$. 260.
2. Kohlenwasserstoffe mit zwei und mehr Benzolkernen 261.
I. Kohlenwasserstoffe der Diphenylgruppe 262.
II. Kohlenwasserstoffe der Diphenylmethangruppe 263.
3. Kohlenwasserstoffe mit zwei und mehr condensirten Benzolkernen 264.
I. Kohlenwasserstoffe der Naphtalingruppe 264.
II. Kohlenwasserstoffe der Anthracengruppe 270.
F. Chlor-, Brom-, Jod(Halogen)derivate der Kohlenwasserstoffe, Haloïdäther 275.
G. Hydroxylderivate der Kohlenwasserstoffe 282.
H. Hydrocarbonyl- und Carboxylderivate der Kohlenwasserstoffe 299.
J. Hydrocarboxyl- oder Carbonderivate der Kohlenwasserstoffe 304.
K. Aether, Ester, Säureanhydride 318.
L. Hydrosulf- und Sulfderivate der Kohlenwasserstoffe 325.
M. Nitrogenderivate der Kohlenwasserstoffe 327.
1. Nitro- und Nitrosoverbindungen 327.
2. Aminbasen, Azobenzole, Amidophenole und Amidosäuren 334.
3. Pyridin- und Chinolinbasen 352.
4. Säureamide, Carbamide, Nitrile, Carbylamine 354.

VI. Physicalische Eigenschaften der Mineralöle. Consistenz. Spec. Gew. Viscosität. Erstarrungspunkt. Schmelzpunkt. Geruch. Geschmack. Farbe. Veränderungen an der Luft. Entflammbarkeit. Entzündbarkeit. Brennbarkeit. Siedepunkt. Electricität. Lichtbrechungsvermögen. Bestimmungsmeth. der verschiedenen physicalischen Eigenschaften mit Fig. 33—65 . . . . 364—465

1. Consistenz. Specifisches Gewicht. Viscosität 364.
2. Gefrierpunkt, Schmelzpunkt, Erstarrungspunkt 388.
3. Geruch, Geschmack, Farbe 395.
4. Veränderungen an der Luft 402.
5. Entflammbarkeit, Entzündbarkeit, Brennbarkeit 404.
6. Lichtbrechungsvermögen und Electricitätsleitung 464.

Seite

VII. Gewinnung u. Förderung des Erdöles, Bergtheeres, Asphalts, Erdwachses und von Steinkohlen etc. Anlage und Beschreibung von Oelbrunnen mit Fig. 66—91 . . . . 466—538

1. Gewinnung des Erdöles 466.
2. Gewinnung des Erdpeches und Erdtheeres 526.
3. Gewinnung von Erdwachs 534.
4. Förderung der Steinkohlen und Braunkohlen 536.

VIII. Verarbeitung von Rohpetroleum. Trennung der darin enthaltenen Kohlenwasserstoffe: Petroleumäther, Kerosen, Paraffinöl, Schmieröl, Vaseline etc. mit Fig. 92—169 . . . . 539—669

1. Destillation von Rohpetroleum 539.
2. Reinigung des Kerosen 573.
3. Eigenschaften des Kerosen 582.
4. Trennung der leichten Erdölproducte = Naphtaproducte in Cymogen, Rhigolen, Naphta, Petroleumäther, Benzin 589.
5. Verarbeitung der Rückstände der Kerosendestillation „Naphtarückstände, Petroleumtheer“: Paraffinöl, Schmieröl, Vaseline 600.
6. Gewinnung des Paraffin aus den schweren Erdölen 622.
7. Verwerthung der Schmieröl-Destillationsrückstände: Theer, Asphalt, Pech 636.
8. Statistik, Verfrachtung, Lagerung der Erdölproducte 637.
9. Verwerthung der Erdölproducte und Erdölrückstände als Feuerungsmaterial 654.

IX. Verarbeitung des Erdwachses — Ozokerits —. Trennung der darin enthaltenen Stoffe in Benzin, Leuchtöl, Blauöl, Vaseline, Paraffin. Gewinnung des Erdwachses durch Extraction. Reinigung des Erdwachses zu Ceresin mit Figuren 170 bis 180 . . . . 670—693

X. Theergewinnung aus Steinkohlen, Braunkohlen, bituminösem Schiefer, Torf etc. mit Fig. 181 bis 189 . . . . 694—727

1. Theergewinnung mit Coksbereitung aus Steinkohlen 694.

Seite

2. Theergewinnung aus Braunkohlen und bituminösem Schiefer etc. 700.

XI. Eigenschaften und Verarbeitung der Theere und Theerdestillationen. Trennung und Reindarstellung der verschiedenen Theerproducte, deren Beschreibung und Eigenschaften mit Fig. 190 bis 238 . . . . 728—854

A. Steinkohlentheerdestillation und Reinigung der Steinkohlentheerproducte: Benzol, Toluol, Xylol, Naphtalin, Anthracen etc. 731.
1. Gang der Destillation 739.
2. Verarbeitung der Vorlauföle und Leichtöle 745.
3. Verarbeitung der Mittelöle und Carbolöle 762.
4. Verarbeitung des Kreosotöles 777.
5. Verarbeitung der Anthracenöle 778.
6. Verwerthung des Steinkohlentheeres und der verschiedenen Steinkohlentheerproducte 781.

B. Braunkohlen-, Boghead-, Cannelkohlentheerdestillation und Reinigung der Braunkohlen-, Boghead- und Cannelkohlentheerproducte: Photogen, Solaröl, Paraffin etc. 788.
1. Gang der Destillation 790.
2. Verarbeitung der Braunkohlentheeröle 793.
3. Verarbeitung der Paraffinmasse 815.
4. Retorten- etc. Rückstände 827.
4 a. Sanitäre Verhältnisse der Arbeiter in Mineralölfabriken 829.
5. Mineralölgas- oder Paraffinölgasbereitung 832.

XII. Harzdestillationen. Harzöle und deren Reinigung. Retinaphta, Retinyl, Retinol, Retisteren, Resinon, Pinolin, Camphin mit Fig. 234—240 . . . . 855—869

XIII. Verwerthung der Abfallproducte. Ammoniacwasser, Sauerwasser, Schwefelsäure, Natron . 870—879

XIV. Schmiermittel. Eigenschaften und Wirkungen der Schmiermittel. Vergleichung der Schmierfähigkeit animalischer, vegetabilischer und fossiler Fette und Oele mit Fig. 241—291 . . . . . 880—1013

1. Hindernisse der Bewegung. — Reibungswiderstände 880.

Seite

2. Methoden und Versuche zur Untersuchung der Reibungswiderstände mit und ohne Schmiermittel 896.
3. Die Schmieröle und Schmierfette 948.
4. Die Schmiermittel für den verschiedenen Gebrauch 979.
5. Schmiervorrichtungen 980.
6. Einwirkung von Schmiermitteln auf Metalle 1007.

XV. Prüfungsmethoden für Mineralöle. Verfälschungen. Unterscheidung amerikanischer u. russischer Schmieröle mit Fig. 292—293 . . 1014—1035

XVI. Kerosenfabrik . . . . 1036—1038

XVII. Register, Zusätze, Druckfehler . . . . . 1039—1051

I. Allgemein Geschichtliches.

Die Kenntniss des Vorkommens aus der Erde fliessender Oele, welche uns als Erdöl, Steinöl, Mineralöl, Naphta bekannt sind, sowie die nahe verwandten Körper Bitumen, Asphalt, reicht bei den Bewohnern der verschiedensten Theile der Erde bis in die früheste Zeit, bis vor unsere Geschichtsrechnung zurück, und hatten diese Naturproducte schon seit mindestens 4000 Jahren eine mannigfache Verwendung, wenn auch erst nur von untergeordneter Bedeutung und meistentheils als äusserliches Arzneimittel. Jedoch machte Noah — 1. Buch Moses Kap. 6 V. 14 — die erste technische Anwendung, indem er seine Arche inwendig und auswendig mit Asphalt verpichte. Schon bei den alten Egyptern wurden Mineralöle etc. zum Einbalsamiren der Todten, Conserviren der Mumien benutzt, denn Mum soll ein aus der Erde gewonnener harziger Körper gewesen sein. Immer mehr erweiterte sich die Kenntniss der Eigenschaften des Erdöls, so dass zur Erbauung der märchenhaften Stadt Ninive 2000 Jahre v. Chr. durch Verdunstung von Steinöl ein Asphalt und aus diesem wieder ein Asphaltmörtel bereitet wurde, der beim Baue Verwendung fand und der sich noch in den Ruinen, der erst in jüngster Zeit aufgefundenen Hauptstadt des alten assyrischen Reiches findet.

Auch beim Baue von Babylon, sowie des babylonischen Thurmes — gegen 2000 vor Chr. — ist ein auf gleiche Weise dargestellter Asphalt benutzt worden und kam das dazu verwendete Steinöl von den Quellen bei Is, welche sich ungefähr 120 Meilen von Babylon am Ufer des Flusses Is,. einem kleinen Nebenflüsschen des Euphrats befanden. Quellen, die auch später noch die Aufmerksamkeit Alexander des Grossen — 336-323 v. Chr. — bei dem Feldzuge gegen die Perser, und den römischen Kaisern Trojanus — 98-117 n. Chr. — und Julianus — 360-363 n. Chr. — auf sich zogen und heutigen Tages noch

Steinöl zu Beleuchtungszwecken liefern. Im todten Meere — Asphaltsee, Ἀσφαλτῖτις λίμνη — sammelte sich das Steinöl in flüssigem Zustande auf der Mitte des Meeres, während an den Ufern eine erhärtete, bituminöse Masse, (durch freiwillige Verdunstung des Oeles wahrscheinlich entstanden), auftritt, welche von den jüdischen Königen als Bindemittel, als Ersatz des Mörtels bei ihren Bauten verwendet wurde.

Schon den alten Egyptern war die Eigenschaft des Asphaltes, der Feuchtigkeit und dem Wasser Widerstand zu leisten bekannt; deshalb sind die Erdgeschosse aller Wohnungen zu Memphis, welche ziemlich tief in den Boden eingebaut wurden, mit Asphalt überzogen worden.

Herodot, ältester griechischer Geschichtsschreiber, geb. 484 zu Halikarnassus, gest. 408 in Thurium in Sicilien — erzählt von einem Salzwasser und Bitumen liefernden Steinölbrunnen unweit Arderikka auf Zakynthos (früher eine der jonischen Inseln, dem heutigen Zante) und erzählt, dass die Scheidung dieser Massen dadurch bewerkstelligt wurde, dass die Flüssigkeit in einen Behälter gefüllt, der mit, in verschiedener Höhe angebrachten, Ausflüssen versehen war.

Weil nicht uninteressant, möge das 51. Kap des 35. Buches der Historia naturalis, des Cajus Plinius Secundus hier Platz finden. (Derselbe ist geb. 23 nach Chr. zu Como, verschüttet beim Ausbruche des Vesuv [Herculanum und Pompeji] 79 nach Christi und ist die Naturgeschichte des Caj. Pl. Sec. von Prof. Wittstein, Verlag Gressner und Schramm, Leipzig, sehr zu empfehlen).

„Dem Schwefel ähnlich verhält sich das Erdpech (Bitumen), welches an einigen Orten eine Art Schlamm, an anderen eine Erde ist; als Schlamm schmilzt es, wie ich früher angegeben habe, auf einem See in Judaea, als eine Erde findet es sich in der Nähe der syrischen Seestadt Sidon. Diese beiden Arten verdicken sich und werden ganz fest. Es giebt aber auch ein flüssiges, wie das von Zacynthos, von Babylon, wo es weiss vorkommt und von Apollonia. Alle diese Sorten heissen bei den Griechen „Pissasphalt", weil sie die Natur des Theeres und des Erdpechs haben. Ferner findet sich eine fettige Materie von öliger Consistenz in einer Quelle von Acragantum

(Agrigent, dem heutigen Girgenti in Sicilien), welche dem Wasser ein farbiges Ansehen ertheilt, von den dortigen Bewohnern mittelst Rohrbüscheln, an welche sie sich gern anhängt, gesammelt und in Lampen statt Oel gebrannt, ferner gegen die Räude des Vieh's gebraucht wird. Die Naphtha, von der ich im zweiten Buche gesprochen habe, betrachten manche als eine Art Erdpech, aber wegen seiner dem Feuer verwandten Brennkraft ist sie von jeder Anwendung ausgeschlossen. Das Erdpech muss stark glänzend, schwer, gleichartig sein, man verfälscht es mit gewöhnlichem Pech. Es hat die Wirkung des Schwefels, hält an, zertheilt, zieht zusammen und heilt zu. Durch Räuchern damit werden die Schlangen vertrieben. Das babylonische soll gegen grauen Staar, weisses Fell in den Augen, Ausschlag, Flechten, Zucken, auch gegen Podagra gut sein. Mit Natron aufgelegt wird das Zahnweh vertrieben, mit Wein eingenommen anhaltender Husten und Keuchen, ferner Dyssenterie (Ruhr) und Durchfall gehoben, mit Essig eingenommen das geronnene Blut vertheilt und entfernt. Mit Zusatz von Gerstenmehl stellt es ein eigens nach ihm bekanntes Pflaster dar. Das Erdpech mildert ferner die Lenden- und Gliederschmerzen. es stillt das Blut, verschliesst die Wunden und knüpft die Sehnen zusammen. Zu einer Drachme mit ebenso viel Hedyosmus (Pfefferminze) und einem Obulus Myrrhe versetzt, ist es ein Mittel gegen das viertägige Fieber. Angezündet regt es die in Epilepsie Verfallenen auf; mit Wein und Castoreum versetzt und daran gerochen, hebt es die Zusammenschnürungen der Gebärmutter, damit geräuchert drängt es die vorgefallene Gebärmutter zurück und mit Wein den Frauen eingegeben, reinigt es dieselben.

Ausserdem dient es zum Ueberstreichen eherner Geschirre, um dieselben gegen die Einwirkung des Feuers dauerhafter zu machen. Dass man Bildsäulen damit angestrichen, habe ich schon früher mitgetheilt. Endlich dient es in den Eisenschmieden zum Färben des Eisens, der Nägelknöpfe und zu noch vielen andern Zwecken."

Plutarch, griechischer Schriftsteller, geb. um 40 n. Chr. zu Choronaea, gestorben 120 n. Chr. — beschreibt das Schau-

spiel eines in Flammen stehenden Seees, d. h. eines Seees von brennendem Steinöl in der Nähe von Ecbatana, dem jetzigen Hamadam in Persien; Dioscorides — griechischer Arzt im 1. Jahrhundert nach Christi — erwähnt des Steinöles von Agrigent (Girgenti) unter dem Namen „sicilianisches Oel" und spricht von den Quellen bei Amiano in Italien, welche das Oel zur Beleuchtung von Genua lieferten. Die ewigen Feuer, welche von den ältesten Geschichtsschreibern geschildert, von Dichtern besungen, auf den heidnischen Altären brannten, sollen durch Gase der Steinölquellen, welche auf der Oberfläche entzündet werden, unterhalten worden sein, und noch gegenwärtig sind die berühmten heiligen Feuer zu Baku in Transkaukasien, unfern des kaspischen Meeres, welche in einem dem Boden entströmenden Gase ihren Ursprung haben, Gegenstand religiöser Verehrung und findet sich in der Nähe ein Kloster zur Ausübung des Feuerkultus, welches vorwiegend zum Zweck materieller Verbreitung religiösen Wahns benutzt wird.

(Aehnliche Exhalationen von Gas sind auch an anderen Orten gefunden worden, so in Barigazzo, Bologna, Parma in Italien, in Griechenland Syracus, England, im Staate New York. Zu Fredonia, Chautauque County, steigen natürliche Gas-Springbrunnen von Kohlenwasserstoffen, die offenbar mit naphtahaltigen Quellen in Verbindung stehen, aus der Erde empor; das Gas wird in Gasometern gesammelt und zur Beleuchtung von Häusern angewendet.)

Auch die Steinölquellen zu Rangun an den Ufern des Irawaddy im birmanischen Reiche sollen im Alterthume bekannt und in Thätigkeit gewesen sein.

1430 wurde bereits das in Bayern am Tegernsee vorkommende Erdöl als Arzneimittel für Menschen und Thiere unter dem Namen „Quirinusöl" von Mönchen verkauft. 1498 findet sich erwähnt, dass das Bitumen von Pechelbronn seit langer Zeit verwendet werde, und berichtet A. Herzog in seiner Elsasser Chronik von 1592 über das Petroleumvorkommen bei Lampertsloch, und dasselbe Vorkommen wird von dem elsassischen Arzte Helsicus Rösslin in seinem Tractate „supra allegato" im 16. Jahrhundert besprochen. Johann

Volk — gräflich Hanau-Lichtenbergischer Diener — publicirte 1625 über das Vorkommen bei Pechelbronn ein Buch: Hanawischen Erdbalsams, Petrolei oder weichen Agsteins Beschreibung etc.

Das Vorkommen des Erdöles in Amerika ist keine Entdeckung der Neuzeit, wie gewöhnlich angenommen wird, sondern war schon einem Volke bekannt, welches vor den Indianern jene Gegenden bewohnte und unbedingt auf einer höher entwickelten Kulturstufe stand und bessere technische Fertigkeiten entwickelte, als die nachfolgenden Rothhäute, die Indianer; so finden sich in der Nähe von Titusville in Pensylvanien, jenem Orte, der in der Petroleumindustrie eine grosse Rolle spielt, Vorrichtungen aus sehr früher Zeit, welche zu dem Zwecke angelegt waren, Petroleum zu gewinnen. Namentlich zwischen der Mündung des Oelflüsschens — Oil kreek — und der Stadt Titusville wurden vor ungefähr 20 Jahren runde Schächte bis zu 9 Meter Tiefe und 1,6—2 Meter Durchmesser entdeckt, welche von der Sohle bis zu Tage ausgezimmert und so tief abgesunken waren, dass sie eine Petroleum führende Kluft erreichten. Auf den beim Graben der Schächte ausgeworfenen Erdhaufen sind grosse Bäume gewachsen, deren Wurzeln sich in den mit der Zeit wieder ausgefüllten und mit Humus bedeckten Gruben verbreiteten und den Beweis des sehr hohen Alters dieser Gruben liefern. In einem anderen derartigen Schachte fand sich noch ein wohlerhaltener Steigbaum, d. i. ein mit tiefen Kerben eingehauener Stamm, welcher zur Förderung diente.

Aber nicht blos in Pensylvanien, sondern auch in den benachbarten Oeldistrikten Ohio und Canada sind ähnliche, gewiss interessante Reste einstiger bergmännischer Thätigkeit gefunden, welche einem Geschlechte angehören, von dessen Existenz und Namen wir keine Ueberlieferungen haben und welchem die meisten Funde etc. aus der prähistorischen Zeit Amerikas zuzuschreiben sind, wie die in regelmässigen Polygonen gebauten Schutzwälle um Ohio, die mit Fenstern versehenen Steinhäuser im San Juan Thale, nahe der Grenze von Utah und Arizona, die in Höhlen oder unter überhängenden Felsen gebaut wurden; einem Geschlechte, welches sich mit

Mäander bemalter glasirter Geschirre bediente, die Bleiwerke in Kentucky ausbeutete, die Kupferschätze des oberen Seees in Canada bereits kannte und bei welchem der Gebrauch von Bronce zu Waffen, Geräthen und Schmuck bereits allgemein üblich war. — Es liegen Nachrichten aus der Zeit der ersten europäischen Einwanderer, welche unter den Indianern lebten, vor, dass die Indianer wohl das Petroleum kannten, aber zur Gewinnung keine ähnlichen Methoden wie die obigen Schächte des verschwundenen hochkultivirten Volkes benutzten, sondern sich nur mit dem einfachen Abschöpfen des auf ruhigen Wässern stehenden Erdöles begnügten, bei den Ceremonien mancher ihrer Feste gebrauchten und als Heilmittel verwendeten, welches die Kraft besitze, jeden Schmerz zu stillen.

Aus einem Briefe des Missionar Josef Delaroche, in Sagard's Histoire du Canada, ergiebt sich das Vorkommen des Erdöles in der Nähe des jetzigen Ortes Cuba — Alleghani County, Staat New York — und auf einer Karte dazu, welche aus dem Jahre 1670 stammt, ist eingeschrieben „Fontaine de Bitume". Charlevoix berichtet 1721, dass an einem Hauptarme des Ohio — (fast zweifelsohne ist es der Alleghany-Fluss) — eine Quelle existire, welche eine ölartige Substanz führe, nach Eisen schmecke und zur Beruhigung von Schmerzen aller Art verwendet werde. Einige Jahrzehnte später, 1755, brachte General Montcalm, Kommandant des Fort Duquene, jetzt Pittsburgh, die Nachricht, dass das Erdöl an den linksseitigen Zuflüssen des Ohio auch den Senecas-Indianern bekannt sei. Eine Karte, aus demselben Jahre stammend, führt bereits an der Mündung des jetzigen Oil Creek in den Alleghany-Fluss das Wort „Petroleum" eingezeichnet, welches, von den Senecas-Indianern „Seneca-öl oder Genesseeöl" genannt, im Hausirhandel zu medicinischen Zwecken verkauft und bis zum Beginn dieses Jahrhunderts die Gallone = 3,785 Liter Oel mit 16 Dollar circa 65 Mark bezahlt wurde.

Trotzdem das häufige Vorkommen und die Mächtigkeit der Petroleumquellen in der alten und neuen Welt, und seiner verwandten Stoffe Asphalt, Bitumen bekannt war, vergingen Jahrhunderte, ehe zu einer grösseren Verwerthung dieser

Stoffe wieder geschritten wurde. Erst 1720 begannen sowohl die Schweizer als auch Franzosen den Asphalt zu Bauten aller Art und verschiedenen andern technischen Zwecken zu verwenden. Während, nach den Berichten des venetianischen Kaufmannes Marco Polo, welcher als höchst aufmerksamer Beobachter von 1271—1295 Asien vom Schwarzen Meere bis nach China durchzog und besonders über letzteres Land zum ersten Male eine Fülle einlässlicher Berichte lieferte, deren Genauigkeit sich mehr und mehr bestätigt, in China seit uralter Zeit Steinkohlen gebrannt wurden, waren dieselben in Europa nur als wenig brauchbare Steinmassen bekannt. In England, wo zuerst unter Eduard I. 1272—1307 die Steinkohlen in Anwendung kamen, bat 1316 das Parlament um ein Verbot, die Steinkohlen zu verbrennen, da dieselben einen dicken Qualm entwickelten und einen pestilenzialischen Geruch verbreiten.

Johann Joachim Becher — geb. 1635 zu Speyer, Professor der Medicin in München, lebte zuletzt in London, gest. daselbst 1682 — einem ausgezeichneten Chemiker seiner Zeit, war es vorbehalten, Aufschluss über die Natur der Steinkohle zu geben; machte nach seinen eignen Untersuchungen über Steinkohle im Jahre 1680 in seiner „Närrischen Weissheit und weisen Narrheit“, erschienen 1685, die ersten zuverlässigen Angaben über künstliche Darstellung von Theer, Oelen, Pech, Gas etc. und berichtet darüber wörtlich folgendes:

„In Holland hat man Torff und in Engelland Steinkohlen, beide taugen nicht viel zum Brande, weder in Zimmern noch zum Schmeltzen: ich habe aber einen Weg gefunden, nicht allein beide Sorten zu guten Kohlen zu brennen, die nicht mehr rauchen noch stinken, sondern mit den Flammen davon so stark zu schmeltzen, als mit dem Holtze selbsten, und so eine grosse Extension der Feuerflammen, dass ein Schuh solcher Kohlen 10 Schuhe lang Flammen machen; das habe ich im Haag demonstrirt mit Torff und hier in Engelland, bei dem Herrn Boyle mit Steinkohlen, auch in Windsor damit in grosso abgetrieben. Bei dieser Occasion ist auch merkenswürdig, dass, gleich wie die Schweden ihre Theer aus kiefern Holtz machen, also habe ich hier in Engelland aus Steinkohlen Theer

gemacht, welche der Schwedischen in allem gleich gehet, und noch etliche Operationen darüber ist. Ich habe die Probe davon gethan, sowohl auf Holtz als auf Stricke, und ist in der Probe gut befunden worden, gestaltsam, denn auch der König eine Probe davon gesehen, welches von Engelländischen eine grosse Sache ist, und die Kohlen, wann die Theer daraus gezogen ist, seyn besser zum Gebrauch als vorhin."

Wie Becher stellten auch die Engländer Hancock und Portlack im Jahre 1694 Theer, Oel und Pech aus Steinkohlen dar, und 1761 wurden nach Lewis Angaben in seiner *Materia medica* Oele aus schwarzem Schiefer destillirt, welche zur Heilung bestimmter Krankheiten dienten.

Dass sich in den Steinkohlengruben brennbare Gase finden, ist früh genug durch die traurigen Folgen der „schlagenden Wetter" erkannt worden. Den Zusammenhang zwischen diesen Gasen und den Steinkohlen sprach zuerst Thomas Ph. Shirley in den Phylosophical Transactions von 1660 aus, nur wenige Jahre später 1680 machte Becher seine Entdeckung und ist als der eigentliche Erfinder des Steinkohlengases, Leuchtgases etc. zu bezeichnen. Weitere Versuche von Stephan Hales 1726 und von Watson, Bischof von Llandaff 1767, welcher bei der Destillation der Steinkohlen Ammoniacwasser, Theer, Coks und brennbares Gas gewann, fanden wenig Beachtung. Auch den Versuchen des Professors der Chemie Pickel in Würzburg, welcher schon im Jahre 1786 sein Laboratorium mit Gas aus Knochen beleuchtete und denen des Earl of Dundonald in Cullross-Abtei, welcher das bei seinen mit Theerschweelereien verbundenen Koksöfen erhaltene Leuchtgas in transportablen Gefässen auffing und dann und wann zu seiner Belustigung benutzte, wurde keine weitere Bedeutung beigelegt. Die Gasbereitung aus Steinkohlen wurde als eine interessante Spielerei und Kuriosität betrachtet und in Deutschland dem merkwürdigen, brennbaren Gase, der Namen „philosophisches Licht" beigelegt. Erst gegen Ende des vorigen Jahrhunderts kamen zwei Männer, der Franzose Philipp Lebon — geb. 1767 zu Brachy, gest. 1802 zu Paris — und der Engländer William Murdach — geb. 1754 zu Bellow Mill in Ayrshire in Schottland, gestorben 1839 — auf die

Idee, das Steinkohlengas zur Beleuchtung und Heizung zu benutzen und ist ohne Zweifel letzterer als Vater der Gasbeleuchtung anzusehen, denn nur allein seinen unermüdlichen Anstrengungen und seiner Ausdauer ist es zu danken, dass die Leuchtgasbereitung aus dem Stadium, ein unterhaltender Versuch zu sein, heraustrat und im Grossen dargestellt wurde.

Mit der Vervollkommnung der Leuchtgasindustrie wurde auch die Aufmerksamkeit auf den Theer gelenkt und machte Accum, der Verfasser des ersten grösseren Werkes über Steinkohlengasbereitung — praktische Abhandlung über Gasbeleuchtung etc. London 1815 — Vorschläge für die Verwerthung des Theeres zu Firniss und sonstigen Anstrichen, die der Luft ausgesetzt werden, und führt an: „Wenn erhitztes Bauholz mit kaltem Theer getränkt wird, so durchdringt er dessen Poren und giebt demselben eine ungewöhnliche Härte und Dauerhaftigkeit". Auch war Accum der erste, der Vorschläge zu Theerdestillationen machte.

Mit der von Jahr zu Jahr steigenden Leuchtgasindustrie stieg natürlich auch die Menge der erzeugten Nebenprodukte, Koks, Ammoniacwasser und Theer, während die Verwerthung des Koks niemals Schwierigkeiten machte und das Ammoniacwasser auf schwefelsaures Ammoniac verarbeitet wurde, wurde der Steinkohlentheer mit dem steigenden Betriebe ein immer lästigerer Gast. Zum Heizen der Retorten erwies er sich als ungeeignet, als Anstrich konnte er mit Erfolg bei Mauerwerk nie Verwendung finden; für Holzanstrich erwies er sich wegen seines Naphtalingehaltes und der deshalb später auftretenden Sprünge unbrauchbar und wurde von dem geeigneteren Holztheer übertroffen.

Erst nach der Entdeckung des Paraffins, jenes weissen geruch- und geschmacklosen, durchscheinenden Körpers, der mit weisser Flamme ohne Russentwicklung brannte, im Buchenholztheer 1830 durch Carl Freiherr v. Reichenbach, — geb. 1788 zu Stuttgart, gest. 1869 zu Leipzig — begann eine eigentliche Theerindustrie, fussend auf der Reichenbach'schen Methode, welche anfänglich nicht nutzbringend erschien.

Das erste brennbare Mineralöl wurde ebenso zunächst nur als Präparat von dem Franzosen Selligue in Autum aus

einem bituminösen Schiefer gewonnen und im Jahre 1839 in Paris neben rohem und gereinigtem Mineralfett und Mineralwachs ausgestellt. Grössere Mengen begann schon Jobard in Belgien aus bituminösen Schiefer etc. darzustellen. In den vierziger Jahren (1845) wurde in Irrland aus Torf, Paraffin und Mineralöl, 1847 aus den schottischen Bogheadkohlen ein Mineralöl dargestellt, welches unter dem Namen „Hydrocarbür“ in den Handel kam, jedoch seines penetranten Geruches halber keinen irgendwie bedeutenden Absatz fand. In Amerika sind die ersten erfolgreichen Versuche, aus Kohlen Oele zu gewinnen, von Gessner angestellt worden, welcher bei seinen öffentlichen Vorlesungen auf Prince Edward's Island im August 1846 und später in Halifax auf New Schottland dieselben verbrannte. Das Bedürfniss, aus dem in der Erde aufgespeicherten Bitumen etc. einen das gewöhnliche Brennöl ersetzenden Leuchtstoff zu erzeugen, wurde diesseits und jenseits des Oceans immer reger. Auf Grundlage der James Young 1850 in England und 1852 in Amerika patentirten Methoden aus bituminösen Substanzen, Cannel-Boghead-Parrot-Kohlen, Paraffin und Paraffinöle darzustellen, entwickelten sich in den 50er Jahren unseres Säculum eine ungeheure Thätigkeit. Der ersten Paraffinfabrik, die Young angelegt hatte, folgte in demselben Jahre eine am Rhein, Augustenhütte bei Bonn unter Leitung von Wagemann, welcher auch zuerst die Namen „Photogen und Solaröl“ für diese Mineralöle eingeführt hatte.

Schnell entwickelte sich die sächsisch-thüringische Braunkohlenindustrie; auch in Oesterreich entstanden im nordwestlichen Böhmen Photogen und Paraffinfabriken und in Amerika beutete Downer in Boston eine Erfindung Luther Atwood's aus, aus Kohlentheer „coup oil“ namentlich Schmiermateriale darzustellen. In den Jahren 1855 oder 1856 ist durch Destillation aus Breckingridge coal von Kentucky selbst Leuchtöl dargestellt worden und versucht, aus dem Erdpech von Trinidad, dem Chapopoti von Cuba Schmieröle darzustellen, jedoch sind diese Materialien sehr bald aufgegeben, weil es zweckmässiger war, Bogheadkohle aus Schottland zu importiren.

Zu gleicher Zeit eröffneten sich auch für die Benutzung des Steinkohlentheers günstigere Aussichten, als derselbe in

grösserem Maassstabe der fractionirten Destillation unterworfen wurde; die zuerst übergehenden Producte fanden als Fleckwasser — Brönner in Frankfurt a. M. — und Beleuchtungsmaterial — Naphta —; die höher siedenden Oele — Kreosotöle — als Conservirung für Holz durch Imprägnation Verwendung — (in Deutschland schon seit 1849 verwerthet); doch die eigentliche Steinkohlentheerindustrie begann erst mit A. W. Hofmann's epochemachenden Arbeiten über das „Anilin" und die Entdeckung der Anilinfarben, sowie durch die wissenschaftlichen Forschungen der Bestandtheile der Theere, durch Kekulé's Benzoltheorie und Fittig's Kohlenwasserstoffsynthesen. Bis in die Neuzeit hinein ist dieses Interesse für den Steinkohlentheer, von dem zwei Bestandtheile, das Naphtalin und das Phenol schon früher eine wichtige Rolle in der Geschichte der Chemie zu spielen berufen waren, nicht nur geblieben, sondern noch gewachsen, so dass sogar eine Vernachlässigung anderer Gebiete der Chemie stattfand.

Ein bedeutender Umschwung in der Mineralölindustrie kam, als es im Jahre 1859 in Pensylvanien gelungen war, durch Tiefbohrungen bedeutende Mengen Petroleum dem Schoosse der Erde zu entziehen, und als man fast gleichzeitig in Amerika und Galizien gelernt hatte, aus dem Rohöle ein als Leuchtstoff brauchbares Destillationsprodukt herzustellen, entstand ein vollständiges Petroleumfieber, überall fanden Bohrungen statt, und in den Jahren 1860—1861 verschaffte sich das billige Petroleum Eingang und verdrängte die Photogene Solaröle, Schieferöle etc. Von dieser Zeit bis zum heutigen Tage hat sich der Handel mit Steinöl ganz ausserordentlich erweitert. Das Nähere der Steinölindustrie findet bei dem Kapitel VIII „Verarbeitung von Rohpetroleum" seine Erledigung und sei nur noch erwähnt, dass Ende der sechsziger und dass Anfangs der siebenziger Jahre die Verarbeitung, Reinigung und Entfärbung des Ozokerits in grossem Maassstabe ausgeführt wurde.

Auch fällt in die siebenziger Jahre die erste Verarbeitung der russischen Steinöle zu Leucht- und Schmierölen.

II. Begriff der Fossilien, Vorkommen des Erdöles, Erdpeches (Asphalt, Bitumen) Erdtheers, Erdwachses und der Steinkohlen, Braunkohlen, bituminösen Schiefer etc. in geologischer Hinsicht.

Begriff der Fossilien und Mineralien.

Jeden homogenen, starren oder tropfbar-flüssigen anorganischen Körper, welcher ein unmittelbares, ohne Mitwirkung organischer Processe und ohne Zuthun menschlicher Willkür entstandenes Naturproduct ist, bezeichnen wir als „Mineral". Die Mineralien bilden wesentlich die äussere Kruste unseres Planeten, wie solche zwischen der Atmosphäre und dem unbekannten Innern desselben enthalten ist; aber nicht blos dies grosse Reich der Mineralien, sondern auch die Welt der Organismen nimmt Theil an der Zusammensetzung der Erdrinde und zwar nicht nur dadurch, dass ihre harten steinartigen Gerippe oder Gehäuse, ihre unlöslichen, unverwesbaren aus Silicaten gebildeten Körpertheile in oft grossen Mengen vorhanden sind, sondern auch dadurch, dass ihre Körpermassen, sei es im verkohlten, sei es im versteinerten oder wenigstens im steinähnlich gewordenen Zustande, selbstständig und ohne Zusatz von wesentlichen Mineralgemengtheilen, weit ausgedehnte und häufig noch sehr mächtige Ablagerungen der Erdrindenmasse bilden. Herkömmlicher Weise sind die aus der Zersetzung und Umbildung vorweltlicher organischer Körper entstandenen und im Schoosse der Erde begrabenen Massen von Steinkohlen, Braunkohlen, Bernstein etc. mit in das Gebiet des Mineralreichs gezogen, obwohl sie eigentlich keine

Mineralien, sondern nur „Fossilien" sind, welches Wort, namentlich in Deutschland, leider oft als gleichbedeutend mit „Mineralien" gebraucht wird.

Das Wort „Fossil" — von *fossa*, der Graben — wird gegenwärtig nur von den, in den Gebirgsschichten begrabenen und mehr oder weniger umgewandelten organischen Ueberresten gebraucht.

Die Fossilien, auch Organolithe, sind entweder aus Thierkörpern — Zoogenite, Animalithe — oder aus Pflanzenkörpern — Phytogenite, Plantalithe — oder aus Thier- und Pflanzenkörpern — Zoophytogenite — entstandene Erdrindenmassen, welche auch eingetheilt werden können in:

I. Retinalithe (Zoogenite), theils feste, theils dick und dünn flüssige, vorherrschend aus Kohlenwasserstoff oder aus Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff bestehende harz- gummi-wachs- oder ölartige Substanzen, welche als Zersetzungs- und Sublimationsproducte von niederen Thiermassen zu betrachten sind. Dieselben schmelzen beim Erhitzen, sind mit russender und riechender Flamme brennbar und theils in Alcohol, theils in Aether, theils Terpenthinöl löslich, z. B. Erdöl, Erdwachs, Bergtheers, Bitumen, Asphalt etc.

Gebirge.

- Versteinerungsleer.
  - Krystallinische Massengesteine, Granit.
  - Krystallinische Schiefergesteine, Gneist, Glimmerschiefer, Thonschiefer.
- Versteinerungen führende.
  - Ohne Vögel, Säugethiere und fruchtsamige Dicotyledonen.
    - Primäre Formationen, Grauwacke, Steinkohlen, Zechsteine.
    - Secundäre Formationen, Trias, Jura, Kreide.
  - Mit Vögeln, Säugethieren und fruchtsamigen Dicotyledonen.
    - Tertiäre Formationen, Molasse, Diluvium.
    - Quaterne Formationen Alluvium.

2. Anthracolithe (Phytogenite); feste, theils aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, theils nur aus Kohlenstoff bestehende und in ersterem Falle braune bis schwarze, nicht krystallinische, oft noch Pflanzenstructur zeigende, durch Verkohlung von Pflanzen entstandene Massen, — Anthracit, Steinkohlen, Braunkohlen etc. —, im zweiten Falle aber vorherrschend krystallinische Mineralien — Graphit, Diamant — sind, welche sich durch ihre gänzliche Unlöslichkeit in Alkohol, Aether und Terpenthinöl auszeichnen.

3. Bituminolithe (Zoophytogenite) entstanden durch Verkohlung von Thier- und Pflanzenkörpern, welchen weder durch Pressen, noch durch ätherische Lösungsmittel etc. Kohlenwasserstoffe entzogen werden können, z. B. Bogheadkohle, bituminöse Schiefer etc.

Zum leichteren Verständniss möge hier eine Uebersicht des geognostischen Vorkommens der verschiedenen Gebirgslagen von den ältesten bis zu den jüngsten Bildungen folgen, zumal in diesem Kapitel häufig geognostische Bezeichnungen gebraucht werden müssen.

A. Keine Versteinerungen enthaltende Bildungen — Schiefer und Massengesteine.

1. Archaeische Zeit.

I. Vulkanisches Gebirge oder Vulkanische Formation.
1. Vulkanische Gesteine; Trachyt-, Basalt-, Lavagruppe.

II. Plutonisches Gebirge.
2. Krystallinische Massengesteine; Granit-, Porphyr-, Hornblendegruppe.

III. Metamorphoses oder Schiefergebirge.
3. Krystallinisch-schiefrige Formation; Gneist-, Glimmerschiefer-, Thonschiefergruppe.

B. Versteinerungen enthaltende Bildungen — Schichtgesteine.

2. Palaeozoische Zeit.

IV. Uebergangsgebirge — primäre oder palaeozoische Formation.
4. Grauwackengruppe oder eigentliches Uebergangsgebirge. — *a.* Silur, ältere oder untere Grauwacke. *b.* Devon; jüngere oder obere Grauwacke.

2. Palaeozoische Zeit.

5. Kohlengruppe — *a.* Unter Carbon=Subcarbon, Kohlenkalk (Bergkalk), *b.* Steinkohlenformation; productive Steinkohlen.

6. Diasgruppe = Zechsteingruppe — *a.* untere Dyasformation, Rothliegendes. *b.* obere Dyasformation, Kupferschieferformation, Zechsteinformation, Steinsalzlager, Weissliegendes.

3. Mesozoische Zeit.

V. Secundäres Gebirge — eigentliches Flötzgebirge, mesozoische Formation.

7. Triasgruppe — bunter Sandstein, Muschelkalk, Keuper.

8. Juragruppe oder Oolithengebirge — schwarzer Jura = Lias, brauner Jura = Dogger, weisser Jura; Wälderthon mit Steinkohlen (Wealdenformation).

9. Kreidegruppe — untere Kreide oder Neocomien, mittlere Kreide = Gault, obere Kreide (weisse Kreide, Pläner oder Grünsandstein, Quadersandstein).

4. Kaenozoische Zeit.

VI. Tertiärgebirge oder Kaenozoische Formation.

10. Molassegruppe — untere tertiäre Bildungen = Eocaene mit Braunkohlenlagern und Oligocaene; mittlere tertiäre Bildungen = Miocaene, mit Braunkohlenlagern; obere tertiäre Bildungen = Pliocaene, letztere beiden zusammen = der Neogenformation.

11. Diluviumgruppe — älteres Schwemmland, diluvianische Gebilde. Kies, Lehm, Löss, Glacialzeit; ältere oder palaeolithische Steinzeit. Mammuth. Erstes Auftreten des Menschen.

VII. Quartaeres oder aufgeschwemmtes Gebirge.

12. Alluviumgruppe — jüngstes Schwemmland, postdiluvianische Gebilde. Kalktuff, Kieselguhr, Raseneisenstein, Torf, Ackererde, Pfahlbauten, jüngere oder neolithische Steinzeit, Broncealter, Eisenalter.

A. Producte des vorweltlichen Thierreichs
— *Retinalithe.* —

Vorkommen des Erdöles.

Bergbalsam.	Ropa (Galiz).
Bergöl.	Steinöl.
Felsenöl.	Oleum Petrae.
Geneseeöl.	Petrole; Huile de Petrole.
Korallenöl	Rock oil; Naphtha.
Naphtha.	Seneca oil.
Petroleum.	Bitumen bei Dana.
Pyronaphtha.	Bitumen candidum bei Plinius.
Quirinusöl.	Bitume liquide bei Hauy.

Unter Naphtha werden gewöhnlich die hellen Oele, unter Steinöl die gefärbten und Bergöl die dunklen Oele verstanden.

Das Erdöl, welches jetzt nachweislich in allen Weltgegenden gefunden ist, verräth dem Menschen sein Vorkommen in der mannigfachsten Weise: es quillt entweder mit oder ohne Wasser, theils aus Klüften von Gesteinsmassen, theils aus lockerem Boden hervor; zuweilen findet es sich in kleinen Ansammlungen an der Oberfläche von Wasserspiegeln und giebt sich dann namentlich durch eine schillernde Färbung und intensiven Geruch leicht zu erkennen. An andern Orten finden sich wiederum fortwährende Ausströmungen von Kohlenwasserstoffgasen, welche entzündet brennen, und die Veranlassung zu den ewigen Feuern zu Baku etc. — Seite 4 — geben.

Beim Untersuchen der Petroleum verrathenden Erdschichten zeigt es sich entweder, dass eine mit Oel durchtränkte Gesteinsschicht zu Tage ausgeht oder aber nur eine secundäre Infiltration mit Oel vorhanden ist und das Oel sich in grösserer Tiefe befindet. Im ersteren Falle ist die Oelschicht bekannt, im letzteren Falle muss erst ein Aufsuchen durch Bohrungen und Abtäufen von Schächten stattfinden, Derartige Oelschichten werden in allen bisher beobachteten Fällen immer von Gesteinen gebildet, deren Zusammenhang ein lockerer ist und wo zwischen den einzelnen Körnern, die ein solches Gestein bilden, sich verhältnissmässig grosse Hohlräume finden, welche mit Oel und Oelgasen gefüllt erscheinen.

Die Geologen sind bis jetzt noch nicht einig darüber, welcher Erdbildungsperiode das Erdoel angehöre, denn derartige ölführenden Schichten konnten sich zu allen Zeiten der Erdgeschichte in den verschiedensten Bildungsräumen gelagert haben und in der That findet sich das Erdoel in allen Formationen und in allen Theilen der Erde vertheilt, so in den silurischen — untere oder ältere Grauwacke — und devonischen — obere oder jüngere Grauwacke — Formationen und der Steinkohlengruppe; aber auch in der Tertiärperiode, namentlich in der Braunkohlenformation. Die näheren geologischen Verhältnisse werden bei dem Vorkommen des Oeles in den verschiedenen Ländern der nachstehenden alphabetisch geordneten Welttheile berücksichtigt:

Afrika.

Ueber die geologischen Verhältnisse in Afrika ist Nichts bekannt; über das Vorkommen in Aethiopien, Numidien, bei Carthago hat schon Vitruvius Pollio, — römischer Baumeister unter Augustus und Tiberius zur Zeit Christi — in seinem Werke „de architectura" berichtet. In Centralafrika ist es durch den berühmten Reisenden David Livingstone entdeckt und soll einen bedeutenden Paraffingehalt haben; auch findet es sich an der ägyptischen Küste des rothen Meeres und zwar in den porösen Kalksteinen abgestorbener Korallenbänke angesammelt. Nach Hirzel kam vor vielen Jahren ziemlich viel afrikanisches Steinöl nach Liverpool. Nachdem aber der Handel mit amerikanischem Steinöle so grossartige Dimensionen annahm, war die Einfuhr des afrikanischen nicht mehr lohnend und soll erst wieder in letzter Zeit afrikanisches Petroleum nach England kommen.

Amerika.

In Amerika tritt nach Strippelmann — Berg- und Hütteningenieur — das Petroleum namentlich in folgenden Gebieten auf.

British-Nordamerika: Canada, an den Erie- und Huron-Seeen und von dem St. Clairflusse gebildeten Halbinsel — Oilsprings — im Enniskillen County; Insel Manitulin im Huronsee; bei Pachenham in Ober-Canada; bei dem Niagara, dem Verbindungsstrome zwischen dem Erie- und Ontariosee, bei Point Gaspe nahe der Mündung des Lorenzstromes, der

die Wassermassen der canadischen Seeen in den atlantischen Ocean führt; Station Wyoming an der Great-Eastern und Canadabahn in New Schottland.

Vereinigte Staaten von Nordamerika: Im Staate New York; Fälle des Geneseeflusses; Pensylvanien — Tidionte; West Hikory; New London; Colorado; Entreprise; Titusville; Chamburg; Pit Hole Petroleum Centre; Storyfarm; Rouseville: Oilcyby Reno; Franklin und Eastsandy; Ohio — Maretta; India; Illinois; Michigan; Westvirginien — Parkersburg; Texas; Kentucki — Breckenridge; Tenesee; Missouri; Kansas; Nevada; Californien — Los Angelos; New Granada — Buenaventura; Oregon; Colorado und Montana; Mexico — Guadéloupe, Puarto Angel, Aquixemon, Sapultepec.

Central-Amerika: Grosse Antillen — Cuba, Havana; Kleine Antillen — Trinidad mit seinem Asphaltsee, St. Domingo, Barbadoes.

Süd-Amerika: — Venezuela — Maracaibo und d'Acapa; Ecuador; Peru — Tamberz; Bolivia — Cuarazuti, Plata, Piguirainda; Argentinische Republik — Injuy; Brasilien — Bom Jesus de Tremembe am südlichen Ufer des Parahyba zwischen St. Paulo und Barre de Pirahy.

Die Hauptpetroleumgebiete Nordamerikas, der Wiege der Petroleumindustrie, liegen mit Ausnahme des von Gaspé (nicht das bedeutendste) westlich vom Alleghany-Gebirge, welches sich in der Ostküste von Südwesten nach Nordosten hinzieht und aus einer Reihe sehr regelmässiger Mulden und Sättel besteht, an deren Zusammensetzung die productive Kohlenformation mit vielen Kohlenflözen einen hervorragenden Antheil nimmt. Die Petroleumzone Nordamerikas beträgt nach Ch. Mosler — americanischer Geologe — von Canada bis Tennessee ungefähr 1000 englische Meilen in der Länge und meistentheils 20 englische Meilen in der Breite. In diesem Petroleumgebiete, welches eigentlich ein Plateauland ist und nur durch Flussauswaschung einige Niveauunterschiede zeigt, haben alle Schichten eine fast gleiche Lagerung und findet sich das Petroleum durchweg in den untersten Gliedern der paläozoischen Formation, d. h. des Uebergangsgebirges, in der

Kohlengruppe und Grauwackengruppe und zwar speciell zu letzterer dem Devon und Silur.

Diese Formationen haben nun in America nach James Dwight Dana — americanischer Naturforscher und Geolog, geb. 1813 zu Utica, seit 1850 Professor der Naturwissenschaften zu Newhaven — von oben nach unten folgende Schichtenfolge und sind, wo eine Uebereinstimmung mit den europäischen Formationen vorhanden ist, diese Bezeichnungen angeführt:

1. Steinkohlenformation.
2. Devonisches Zeitalter oder Alter der Fische.
   a. Catskill — Catskill — Old red Sandstone, rothe Sandsteingruppe.
   b. Chemung — Chemung, Portage. Grauwacke, Sandstein, Schieferthon.
   c. Hamilton — Genesee, Hamilton, Marcellus, schwarzer bituminöser Schiefer.
   d. Corniferous — Corniferous, Schoharie, Cauda-Galli, Limestone, hornsteinreicher Kalkstein, Sandstein mit Fucoides cauda galli.
3. Silurisches Zeitalter oder Alter der Wirbellosen.

   A. Oberer Silur.

   a. Oriskany — Oriskany. Sandstein (Unter Devon).
   b. Lower Heldenberg — Lower Heldenberg.
   c. Salina — Salina.
   d. Niagara — Niagara, Clinton, Medina, dunkle Schiefer und Kalksteine mit Korallen.

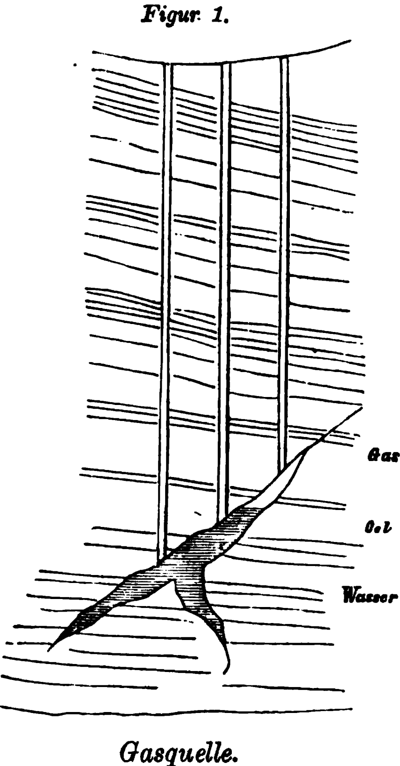
   B. Unterer Silur.

   a. Trenton — Cincinati früher Hutson River, Utica, Trenton, Kalkstein mit Brachiopoden, Sandsteine.
   b. Canadian — Chazy, Quebec, Calciferous.
   c. Primordial oder Cambrian — Potsdam, Acadian, graue und schwarze Schiefer, Dachschiefer.
4. Archaean — Huron und Laurentian, Thon- und Glimmerschiefer, Gneiss.

Aus der ältesten devonischen Gruppe, der Corniferousgruppe, welche aus einem mit Höhlungen versehenen Kalkstein, durchsetzt mit Hornsteinen und Korallenresten, besteht, wird das Oel in Canada zwischen Erie- und Huronsee und Indiana — bei Terre Haute — gewonnen. Die mit Erdöl und Asphalt erfüllten Korallenspecies Favorites und Holiophyllum sind so häufig, dass diese Schichten auch als Korallenriffperiode des palaeozoischen Zeitalters bezeichnet werden könnte und haben diese Corniferous - Kalksteine eine nachgewiesene ölliefernde Schicht bis 600 Meter circa 2000 Fuss Tiefe.

In der canadischen Oelregion bei Gaspe an der Westseite des Golfes von St. Lawrence tritt sogar das Erdöl in noch älteren Schichten in der Lower Heldenberg-Gruppe, des Ober-Silur mit fossilen Moluskengehäusen der Gattung Orthoceras und auf der Insel Manitulin im Huronsee in der Trentongruppe des Unter-Silur mit Erdwachs und Erdpech auf; vortheilhaft zum Ausbeuten ist jedoch nur die Corniferousgruppe. Zuweilen tritt das Erdöl aus letzterer Gruppe aus und sammelt sich bald in grösseren, bald in kleineren Mengen an der Grenze des diluvialen Thones und der palaeozoischen Schichten in sogenannten Petroleumdepots — Oberflächenbrunnen — „Surface wells“ — an, dieselben sind jedoch bei weitem nicht von der Bedeutung der Bohrbrunnen „Rockwells“. In Canada kommt es nicht selten vor, dass mit dem Rohöl auch Wasser und bei tiefen Wells auch Salz-

Figur 1.



Gasquelle.

wasser ausfliesst. Das Rohöl ist sehr paraffinreich, enthält aber Schwefelverbindungen, welche aus dem Salzwasser stammen sollen und sich beim Brennen unangenehm fühlbar machen.

Aber auch in anderen Gegenden kommt Wasser vor und zeigt Fig. 1 eine solche Wasser-, Oel- und Gaslagerung in Felsspalten, welche mehr vertical als horizontal sind.

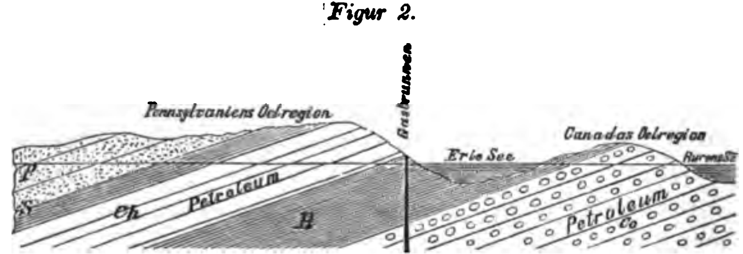
Zuunterst liegt Wasser, auf diesem Steinöl und der obere Raum der Spalten ist mit Gas erfüllt. Wenn der nach der Spalte zu gebohrte Brunnen in den untersten Theil trifft, so wird durch den Druck des höher liegenden Oeles und Gases Wasser emporgetrieben. Fällt der Brunnen zwischen Gas und Wasser, so liefert er Oel — „flowing well" — überfliessender Brunnen, welcher so lange thätig ist, bis die Spannung der Gase vermöge der Volumvergrösserung, soweit herabgesunken ist, bis sie dem Drucke der Rohölsäule im Bohrloche das Gleichgewicht hält. Fällt dagegen der Brunnen in die Gasschicht, so strömt nur Gas aus. Solche Brunnen wurden oftmals unbrauchbar verlassen, wenn es sich ergab, dass sie nur Wasser anstatt Oel gaben. Wäre aber das Wasser erst vollständig ausgepumpt, so wäre dann wie aus obigem einleuchtet, auch Oel gewonnen worden.

Die Hamiltongruppe, aus grauen bis schwarzen bituminösen Schiefer bestehend, liefert kein Petroleum, zeigt aber ganz bedeutende Gasausströmungen an verschiedenen Orten und findet sich bei Dunkirk ein Gasbrunnen in einer Mächtigkeit von 366 Meter (1200 Fuss) durchsunken. Die Hamiltonschichten sind sehr arm an Petrefacten, nur einige Lepidodendron und ziemlich viele Fischzähne bilden die gesammte Ausbeute. Daher nehmen einige amerikanische Geologen grade diesen bituminösen Schiefer als den ursprünglichen Heerd der pensylvanischen Oelschätze an, denn diese finden sich in der folgenden jüngeren Periode der Chemunggruppe, vorherrschend aus Schiefern, Schieferthonen gebildet, in welchen grosskörnige Sandsteine, cavernöse Kalksteine und Conglomerate eingelagert sind, wovon die letzteren in Pensylvanien vorwiegend das Rohöl führen. Diese Sandsteine und Conglomerate kommen, in den Oelschächten meist in drei Lagen vor, welche als 1. 2. und 3. Oelsand bezeichnet werden. Das Rohöl des obersten

Oelsandes ist immer dunkel, dickflüssig und reicher an schweren Kohlenwasserstoffen, von Paraffin, es ist meist Schmieröl, während das Oel der tieferen Schichten durchscnittlich lichtgrün gefärbt und dünnflüssiger ist und vorwiegend aus den leichteren Kohlenwasserstoffen Petroleum, Benzin etc. besteht.

Die Chemungsgruppe wird gewöhnlich von den braunen bis schwarzen, an Fucoiden reichen Schiefern des Subcarbon — Red-Shale — und dieses von der eigentlichen Steinkohlenformation mit Kohlenflözen überlagert, in der sich keine petroleumführenden Schichten mehr zeigen. Figur 2 giebt ein schematisches Durchschnittsbild der Schichtenlagerungen in der Oelregion Canada's von Enniskillen N. N. O. nach Pittsburg S. S. O.

Figur 2.



Durchschnitt der Oelregionen Pensylvanien's und Canada's.
Steinkohlenformation: P. Productive Steinkohlenformation; S. Subcarbon-Red Shale; Devon: Ch. Chemung; H. Hamilton; Co. Corniferous-Gruppe.

Eine gleiche geologische Beschaffenheit, d. h. zur Chemungsgruppe gehörig, zeigen die Oeldistrikte von Nord- und Süd-Ohio, Westvirginien, nur zeigt sich hier, abweichend von dem pensylvanischen Oele, das Oel in Spalten und Klüften. Sowohl die pensylvanischen als auch die Ohio- und virginischen Oele enthalten weniger Paraffin als die canadischen Oele und weniger Schwefel. Die obersten Lagen der Hamiltongruppe, die schwarzen Schichten der Genessee-Zone enthalten daselbst eine erstaunliche Menge von Oelgasen (und bis 15% Bitumen), die in natürlichen Quellen ohne Petroleum — „Dry holes“ — zu Tage treten, auch künstlich durch Anlegung von Gasbrunnen — „Gas ardes“ — wie in Pensylvanien gewonnen und eine ausgedehnte Verwendung als Leuchtmaterial und Brennmaterial, darunter auch bei metallurgischen Processen, finden. Da die

ausströmenden Gase bezüglich ihrer Entstehung gewiss in unmittelbarem Zusammenhange mit dem Oele stehen, so möge noch nachstehendes erwähnt werden.

Einer der hervorragendsten Gasbrunnen ist nach Hoyer der Newton Gasbrunnen, 8 Kilometer nördlich von Titusville, welcher in 240 Meter — circa 780 Fuss — Tiefe den Hauptsandstein und damit ungeheure Gasmengen anfuhr. Von diesem wurden Röhrenleitungen nach Titusville gelegt, wo das Gas als Leuchtmaterial allgemeine Verwendung findet und dem fabrikmässig erzeugten Leuchtgase nur wenig an Leuchtkraft nachsteht. Die tägliche Production wird mit 113800 Kubikmeter = 4 Millionen Kubikfuss.

Aehnlich bedeutende Gaswells finden sich bei Burns und Delamater-Butler County und bei Fairview und Harvey vor, von welch letzteren Orten das Gas aus dem 366 Meter = 1200 Fuss tiefen Bohrloche nach dem 55 Meilen entlegenen Pittsburg in 15 Centimeter = 6 zölligen Röhren geleitet und hier in zwei Eisenhütten bei Puddel- und Schweissöfen, bei Rotators etc. als Brennmaterial verwendet wird. Die erst erwähnten Gaswells finden eine gleiche Anwendung.

Die Tiefen, in welchen die ölführenden Schichten in Nordamerika angetroffen werden, wechseln sehr bedeutend, was bei der ungeheuren Ausdehnung des ganzen Gebietes keine überraschende Thatsache ist, während in Canada am Eriesee das Oel frei zu Tage tritt, — Surface wells — liegen die Oele im südlichen Thale von Pensylvanien 214—215 Meter tief, und im Mittelpunkt der Petroleumgewinnung haben die Lagerstätten folgende Tiefen:

In Titusville von 137 Meter,
in Oil-City von 145 Meter,
in Centrum Lorain-County von 182 Meter,
in Parker am Alleghany von 231 Meter,
in Millerstown von 473—645 Meter.

Zu erwähnen ist noch das in der schwarzen Schieferzone — Marcelluszone — der Devonformation vorkommende Oel von Kentucky-Tennessee, welches ein schweres durch Schwefel verunreinigtes Schmieröl und in wirthschaftlicher Beziehung bis jetzt nicht von Bedeutung ist; ebenso wenig wie das Vor-

kommen an anderen Orten in Amerika; jedoch werden auch diese Orte allmälig in Aufnahme kommen, da in Pensylvanien die meisten Quellen erschöpft sind und das Bohren nicht mehr sehr lohnend ist.

Der Bradford-District, welcher Jahre hindurch mehr als den Verbrauch der Welt producirte, liefert jetzt nur noch etwa 35000 Fass täglich; die Gesammtproduction mit den noch übrigen Districten wird auf 58000 Fass täglich geschätzt, während der Weltconsum für das Jahr 1883 täglich 70000 Fass, jährlich also 25500000 Fass mindestens anzunehmen. Die Vorräthe von Rohöl in den Tanks sind bedeutend, etwa 30000000 Fass, doch erschlössen sich keine neuen Quellen und hörte die ganze Production plötzlich auf, dann würde der Gesammtvorrath kaum noch 1½ Jahre den Weltbedarf zu decken vermögen.

Asien.

Asiatisches Russland: Kaukasus, Halbinsel-Taman; am Flusse Gudako im Transkubanischen Gebiete; bei Chodyschinsk; bei Giak Salgan-Kutan und Nap-Kutan im nördlichen Daghestan; bei Napht-Kutan-Baschlyk und Tarias-Kutan im südlichen Daghestan; bei Grosma-Mama Kajew und Bragun im Terekgebiet; bei Mirsan-Schirak und Eljdar-Zarskije Golodzy im Gouvernement Tiflis; bei Dervent, im Bezirk Kaitago, Tabassaran im Gouvernement Baku, auf der Balachanschen Ebene, auf den Inseln Tschemken; Scojatoi auf der Westseite und der Insel Tschelekaen auf der Ostseite des kaspischen Meeres; in den Niederungen der Wolga; in Sibirien am Flüsschen Auchta und an der Petschora.

Asiatische Türkei: Jo am Euphrat.

Persien: Gegend im Doulokee.

Hinderindien: in Birma bei Yenau Gyong oder Rainoung Hong-Ragoon.

Sundainseln: auf Java. Dandang, Ilo, District Timaacon; Residenzschaft Rembang; bei Tjebodas-Tanggah; District Madja, Residenzschaft Cheribon bei Gogor; District Kendong, Residenzschaft Sarabaya bis Palatungan, Regentschaft Sama-

rang; bei Parbolingo, Regentschaft Banjamos und bei Taiakaiana, District Parbolingo.

China. Too-Choo-Toe.

Japan.

Das asiatische Russland, namentlich Ost-Kaukasien producirt erstaunliche Oelmengen und steht dieses Erdöl-Gebiet dem nordamerikanischen nicht nach; es erstreckt sich von dem Südrande des Kaukasus bis zu dessen Nordrande derart, dass der District von Baku den Mittelpunkt bildet, und ist dieses Gebiet, an welches sich auch die Insel Tschelaeken im Kaspisee anreiht, das bekannteste, gegenwärtig das wichtigste und am meisten und längsten ausgebreitete. Der ganze Boden der Halbinsel Apscheron, auf welcher sich die Hafenstadt Baku befindet, ist von Steinöl und flüchtigen Kohlenwasserstoffen durchtränkt und treten hier ebenso wie in Amerika Springquellen, intermittirende Quellen und Gasausströmungen vorzugsweise bei Scurachany östlich von Baku statt und geniessen die letzteren eine historische Berühmtheit, die heiligen Feuer zu Baku — Seite 4 —; auch werden diese Gasausströmungen bei der Petroleumraffinerie zur Erheizung der Raffinirkessel und zum Kalkbrennen benutzt und ist die ausströmende Menge so bedeutend, dass ausser den Flammen des indischen Klosterbruders und für den Petroleumraffinirbetrieb etc. auch noch mehrere aus aufrecht stehenden eisernen Röhren heraustretende Flamme gespeist werden, die des Nachts zur Beleuchtung der Fabrikanlagen dienen.

Ausserdem entwickelt sich das Gas noch in allen Schlammvulkanen der Halbinsel, welche niedrige, kraterähnliche Schlammkegel — Salsen — sind, namentlich bei Balachany, nördlich von Baku und drängt in diesen das Salzwasser von Zeit zu Zeit mit Theerschlamm und Gesteinsstücken und Erdöl über die Oberfläche der Erde. Das mit überfliessende Erdöl schwimmt auf der Oberfläche der Kraterflüssigkeit, verdickt sich zu einer harzartigen schwarzen Masse und lagert dann in Fetzen an den Abhängen der Salsen ab. Diese Ablagerungen — Kir — erreichen stellenweise eine bedeutende Mächtigkeit und werden von den Einwohnern der Dörfer als

Brennmaterial, in der Stadt Baku zum Dachdecken verwerthet. Auch auf Kertsch und Taman am Asow'schen Meere erscheinen Schlammvulkane, die aber in keinem Zusammenhange mit einer echt vulkanischen Thätigkeit stehen, sondern nur auf einer Gasspannung beruhen. Nicht allein wird durch diese Gase Erdöl der Oberfläche zugeführt, sondern es schwitzt auch aus dem Boden und sind diese Stellen die ergiebigsten für Bohrlöcher und Brunnen, so im Bergwerk von Balachana und der Insel Serjaetoi.

Während in Amerika die ölführenden Schichten von sehr hohem geologischem Alter sind, finden sich dieselben hier in jüngeren Ablagerungen, in der oberen Tertiaerformation und zwar in weichem thonigem Sande und Sandsteinschichten, welche mit grossen Mengen Oel durchtränkt sind. Die Unterlage besteht aus oolithischen Kalksteinen, Rogensteinen — mit zahlreichen microscopischen Versteinerungen — Foraminferen, Lochträgern —, welche der in Süd-Russland und im Wiener Becken sehr verbreiteten sarmatischen Stufe der Neogenformation angehören. Darüber folgen die muschelreichen Sande, Thone und Sandsteine der Congerien oder brackischen Stufe der Pliocaenformation. Das Oel findet sich darin in Tiefen von 5—20 Fäden, ungefähr 10—40 Meter und kommen zur Förderung Pumpen kaum in Anwendung, sondern es wird mittelst Schläuchen und metallenen Eimern geschöpft. Die gewonnenen Oelquanten sind selbstverständlich, wie überall, örtlich verschieden, doch verhältnissmässig sehr bedeutend Das Erdöl stellt in der Regel eine dickflüssige, bräunlichschwarze Masse dar, doch kommt auch dünnflüssige, olivengrüne Naphtha und eine sogenannte weisse Naphtha vor, von der Farbe und Klarheit des weissen Weines im Thone der oberen Tertiaerformation am Rande eines Salzsees $^1/_2$ Werst etwa, $1^1/_2$ Kilometer von Scurachany.

Das ostkaukasische Oelgebiet ist aber noch durch das Vorkommen von Salzquellen und das Auftreten heisser Quellen ausgezeichnet, welche letzteren aber nicht mit dem Oelreichthum im Zusammenhange stehen, sondern es sind diese ganz selbständige, unabhängige Erscheinungen. Dadurch sind auch die Temperaturen des aus den verschiedenen Tiefen geförderten

Rohöles ungleiche, doch sind die Schwankungen nicht bedeutend, denn es beträgt das Temperaturminimum 17° Cels., das Maximum 28,5° Cels.

Südlich von Baku erstreckt sich das Oelgebiet bis an die persische Grenze, im Westen bis an das Asow'sche Meer. In der Thalebene des Flüsschens Kuda Ko — Naphthathal — wurde im Jahre 1866 eine Bohrung angelegt, welche ein ausserordentlich günstiges Resultat ergeben hat. Bei 40 Fuss Tiefe kam ein Springquell von 4,5 Meter Höhe, welcher während 14 Tagen täglich 15—1600 Eimer Rohöl mit Wasser begleitet von Gasausströmungen lieferte. Das Rohr verstopfte sich dann und es kam bei 60 Meter Tiefe ein Quell von 10 Meter Sprunghöhe, welcher täglich 3000 Eimer förderte; nach abermaliger Verstopfung und Bohrung entstand bei 80 Meter Tiefe zum dritten Male eine Springquelle, welche 5000 Eimer lieferte; nach einiger Zeit nahm aber das Oelquantum ab. Trotzdem hat das westkaukasische Gebiet am untern Kuban doch nicht die wirthschaftliche Bedeutung gewonnen, auf welche ursprünglich gerechnet wurde.

Nördlich vom Kaukasus zieht sich ein durch Erdöl, Asphalt, Erdwachs gekennzeichnetes Terrain im Wolga-Departement bis in die Gegend von Kasan.

Erwähnenswerth sind noch die Steinölquellen zu Ragun — Yenau Gyong oder Hainoug Hong — an den Ufern des Irawaddy im birmanischen Reiche, doch sollen diese nicht die Bedeutung haben, welche ihnen früher beigelegt wurde.

Australien.

Süd-Australien bei Gimaracha; **Neuseeland** bei Taranaki.

Europa.

Russland: Im Norden Russlands an der Petschora.

Rumänien. Wallachei bei Plojesti; Kolibas Scrada. Baikosy, Tintea Duftinesti, Sarate, Rimnick-Sarat. Moldau bei Mojanesti, Salante und Comonesti.

Griechenland: Insel Zante bei Keri.

Italien: Nördlicher Abhang der Apenninen; Modena; Parma Salo bei Marzolaro und Neiano de Rossio; bei Armiano; Piemont bei Ritarbido und Voghera. Mittel-Italien am

östlichen Abhang der Abruzzen bei Pescara; bei Tooco im Pescarathale. Sicilien bei Girgenti (Agrigent).

Frankreich: bei Pzenas und Gabian, Departement Herault an den Abhängen der Sevennen.

England: Coalbrockdale-Newkastle und Alfreton, Grafschaft Derby.

Schweiz: Neufchâtel.

Ungarn: Südliche Abhänge der Karpathen, Gegend zwischen Zborò und Alsò Szoidnik etc.; im Ungvarer Erzgebiete von Buch-Zemplin-Ungh-Bereg bis Marmaros.

Bukowina: Berhomet-Krasna-Carlsberg-Putna-Monaster-Marozyna-Solka-Kuczyka-Stativra-Tarmosa-Kimpabong und Eisenerz.

Oesterreich: Westgalizien. Sydzina-Zaklaczyn-Gorzkow-Trichow - Rzesarszowa - Lisowek - Pagorszyna - Siary - Meoina, Wielka-Petna u. a. m. Ostgalizien. Ropianka-Bobika-Wietrzyno - Glebok - Zarszyn - Strachoczyna - Czertesz - Plowcze-Zahntyn - Wytrylow - Rospiecie - Wankowa - Ropienka - Chyrow-Stupnica-Drohobycz-Boryslaw-Solec-Itebrik-Truskawicz-Tascanowicze-Sagorze-Dolina-Dzwinracz-Solotwina-Starunia-Zarzyce-Lanczyn - Peczenszyn - Sloboda-alot - Rungarska - Tebucza - Zabie u. a. m.

Deutschland: Holstein bei Heide, Hannover im Allerthale zwischen Braunschweig und Hannover bei Werden, Wietze, Steinförde, Hänigsen, Klein Edesse, Oedesse, Edemissen, Hordorf, Oburg, Oelsberg, Sehnde; Vorstadt Linden bei Hannover, Badenstedt. Taunusgebirge. Unter-Elsass bei Pechelbronn, Gunstedt, Preuschdorf, Sulz und Schwabeweiler. Ober-Elsass im Thale der Ill nahe bei Alkirch, Hirzbach und Hirsingen. Bayern am Tegernsee und in der Pfalz bei Metterheim.

Das geologische Vorkommen des Erdöles in Europa ist ein sehr mannigfaltiges.

Die Oelreichthümer Rumäniens sind an Schichten desselben geologischen Alters gebunden, wie das Erdölvorkommen im Kaukasus, in der Eocaen- und Miocaengruppe, der Tertiärformation, desgleichen das Vorkommen in der Türkei und

Griechenland, während die ölführenden Schichten Italiens dem untersten Gliede der Pliocängruppe — Subapenninformation und in Frankreich neben Asphalt dem Nudistensteinkalke des Jura — untere Kreideformation — angehören.

In England kommt das Erdöl in Steinkohlengruben vor und wird berichtet, dass dasselbe aus den Steinkohlengruben so mächtig hervortritt, dass täglich 100 Gallonen, ungefähr 450 Liter mit den Wasserpumpen zu Tage gefördert werden und in Scropshire das Erdöl förmliche Traufen bildet, gegen welche die Bergleute durch Bretter geschützt werden müssen. Es sei hier gleich erwähnt, dass auch Steinöl in Steinkohlenflözen zu Wettin und Lobegün an der Saale vorkommt.

Besonders bemerkenswerth ist das Vorkommen des Petroleums in den Karpathen, deren geologischer Bau ein sehr gleichförmiger und regelmässer ist, und wesentlich in bogenförmiger Richtung von der Banater Militärgrenze, Temeser Banat, zwischen Siebenbürgen, Ungarn und Galizien bis nach Schlesien und Mähren hinziehen. Die Karpathen besitzen durchschnittlich eine Höhe von 300—1500 Meter, sind aus zahlreichen langgestreckten Gebirgszügen zusammengesetzt und bestehen ausschliesslich aus äusserst fossilarmen, sandigen Schiefern, Sandsteinen, thonigen Schiefern und bituminösen Schiefern mit Hornsteinen, welche zum Theil der Kreideformation, zum Theil der älteren Tertiärformation angehören, und können diese Gesteine über Schlesien und Mähren nach Nieder- und Ober-Oesterreich, wo sie den nördlichsten Saum der Alpen bilden, von da in die Schweiz, ja selbst in die Apenninen verfolgt werden. In der Schweiz haben sie die Bezeichnung „Flysch“, in Oberitalien „Macigno“, in Oesterreich „Wiener Sandstein“, in den Karpathen „Karpathensandstein“ und finden sich die Gesteinsarten auch auf der Balkanhalbinsel, in Kleinasien und Kaukasus — Seite 26 —

Das Erdöl in den Karpathen (in West-Galizien herrschen miocaene, in Ost-Galizien oligocaene Tertiärschichten vor) ist nur in den schiefrigen Sandsteinen, welche in der Regel weichen bläulichen und röthlichen Thonen eingelagert sind und zum Theil der Kreideformation, der sogenannten Ropiankaschichten, nach dem sehr alt bekannten, petroleumführenden Orte Ropianka

bei Fukla benannt, zum Theil in der Eocaen- und Oligocaenformation, daher auch hier, wie in Amerika, die Annahme gilt: „keine lohnende Ausbeute ohne Oelsand“; während die massigen, die Gebirgskämme zusammensetzenden Sandsteine der mittleren Kreide und des oberen Oligocaen vollkommen ölfrei sind. Im allgemeinen sind die geologisch älteren Oele der Rapiankaschichten heller und petroleumreicher, als die jüngeren des Eocaen's und Oligocaen's, welche schwer, dunkel und paraffinreich sind.

Das geologische Auftreten des Erdöles in Galizien bietet manche Analogien zu den amerikanischen und kaukasischen Verhältnissen dar, auch hier ist das Oel in porösen Sandsteinen enthalten und wird häufig von salzhaltigem Wasser meist von riechenden, weniger starken Oelgasen begleitet, deren Entwicklung zuweilen eine so bedeutende ist, dass der Aufenthalt der Arbeiter in den Gruben unmöglich und die Weiterführung der Schachtanlage verhindert ist. Wenn auch in Galizien keine Springquellen, wie in Amerika und im Kaukasus vorhanden sind, so ist doch zuweilen an manchen Orten ein so starker Quell vorhanden, dass das Oel über die Schachtkränze läuft; es ist auch die Ergiebigkeit bedeutend geringer in den vorerwähnten Gebieten; wiederum sind aber auch die galizischen Quellen resp. Schächte beständiger und liefern auf Jahre hinaus Oel, während jene die Ergiebigkeit vermindern und gänzlich versiegen.

Ein grösseres Interesse nimmt nur noch das Vorkommen des Erdöles im nordwestlichen Deutschland in Anspruch, denn im südlichen, in Bayern, wo es in der unteren Tertiärformation, den „Flysch-Schichten“ — Seite 29 — vorkommt und im südwestlichen, im Elsass, wo es in oberen Tertiärschichten — in Oligocaen sich findet, ist das Vorkommen ein unbedeutendes.

Das Gebiet, welches zu den grössten Hoffnungen in Deutschland Anlass giebt, ist die Strecke Braunschweig-Hannover-Holstein. Letzteres Land ist das äusserste Ende der norddeutschen Oelzone und ist diese geologisch unabhängig von der vorhergehenden; denn innerhalb der Marsch auf einer kleinen Geestinsel, welche rings von Alluvialflächen umgeben

ist, wo der Marschboden bis an das Meer reicht und landwärts unabsehbare Torfmoore sich erstrecken, wo also ein seitlicher Oelzufluss nicht wohl denkbar ist, befindet sich an dem gegen Osten abfallenden Rande einer generell von Süden gegen Norden zwischen Heide und Henningstedt hervortretenden Terrainfalte, in welcher am 13. Februar 1880 durch eine Magdeburger Gesellschaft unter Herrn Sintenis — jetzt Oelbergbau der Hölle-Holsteinische Oelgruben-Commanditgesellschaft — die erste „sprudelnde" Petroleumquelle in Deutschland erschlossen wurde, obgleich seit mehr als 12 Jahren schon daselbst gebohrt und unter einem merklichen, theerhaltigen Sande, welcher dem Diluvium angehört, sehr bald Kreidefelsen angetroffen wurden, die 10,25% Petroleum enthielten. Bei 280 Meter Tiefe nahm der Oelgehalt zu und nach standhafter Fortsetzung der Arbeit wurde bei 377 M. Tiefe die Mühe durch Hervorsprudeln der Quelle am genannten Tage belohnt. Mit dem Petroleum kam eine Menge Wasser und eine so starke Gasausströmung hervor, dass das Gas zur Heizung des Dampfkessels der Oelpumpen benutzt wurde. Die anfänglich circa 100 Centner betragende Oelproduction hat sich mit der Zeit verringert.

Bei Berücksichtigung der speciellen Verhältnisse des hannoverschen und braunschweigischen Petroleumvorkommens dienten die Arbeiten des als sorgfältigen, wissenschaftlichen Geologen dieser Gegend bekannten Herrn Oberlandes-Gerichtsraths Nöldecke in Celle und des Bergraths v. Dücker zur Benutzung. Einer der berühmtesten Punkte liegt bei den Dörfern Wietze und Steinförde, 5 Meilen nördlich von Hannover. Schon der Hofmedicus Taube in Celle erwähnt in seinem 1766 in Celle erschienenen Werke „Beiträge zur Naturkunde des Herzogthums Celle" der Theerquellen von Wietze, welche einen feinen Petroleumgehalt haben und beschreibt deren Ausbeutung durch Schöpfen in der noch jetzt üblichen Weise. Die Theergruben von Wietze (im Ganzen 5), von denen gegenwärtig noch die eine vom Oekonomen Wallmann betrieben wird, befinden sich seit Jahrhunderten, mindestens seit 1670 im Betriebe. Die Ausbeutung geschieht dadurch, dass man in den angelegten Gruben das Wasser,

welches aus der Erde dringt, sich ansammeln lässt, den auf dem Wasser schwimmenden Theer abschöpft und ferner nach Ausschöpfung des Wassers den im Grunde der Grube von Theer durchdrungenen Sand, den sogenannten „Theersand“, 1—2 Meter tief ausgräbt und mit Zuhülfenahme warmen Wassers auslaugt. Diese Arbeit geschieht zweimal im Jahre, im Mai und Juni, und sodann im Herbste nach der Ernte Der ausgewaschene Sand wird wieder in die Gruben geworfen und nach einigen Jahren ist er wieder mit Theer erfüllt, mithin sind daselbst nicht blos Oelsümpfe, sondern Oelquellen vorhanden. Jedesmal werden etwa 4 Quadratruthen ausgegraben und etwa 4000 Kubikfuss Theersand gewonnen, welche 6000 Pfd. Theer ergeben und einen Preis von etwa 600 Thlr. erzielen. Der amerikanische Professor Harper — Deutscher von Geburt — (dessen Schrift Brüssel 1872) hat die im Sande ruhende Quantität des Oeles auf 30 Millionen Barrel oder 100 Millionen Centner geschätzt.

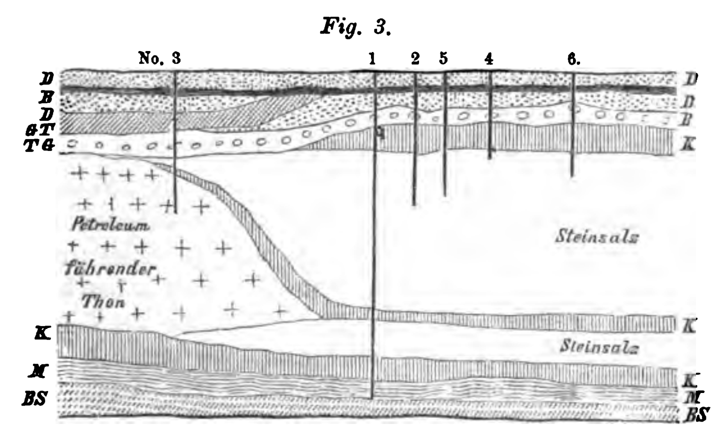
Der auf dem Wasser schwimmende Theer sammelt sich oft in solcher Dicke an, dass nach Versicherung der Ortseinwohner oft kleine Vögel in der klebrigen Masse hängen bleiben und umkommen, eine ganz ähnliche Erscheinung, wie sie schon Amm. Marcellinus (Liber XVIII) vom See Sosingiten berichtet.

Auch das Vorkommen des Erdöles in Steinförde ist bereits vom Hofmedicus Taube erwähnt. Daselbst wurden 1873 bei Gelegenheit des Chausseebaues Theerquellen aufgeschlossen, welche von 2 Ortseinwohnern ähnlich wie bei Wietze in einigen Gruben ausgebeutet werden und die Arbeit lohnen. Bohrungen ergaben das merkwürdige Resultat, dass dort die Diluvialformation circa 40 M. mächtig ist, dass darunter circa 30 M. Tertiärformation aus feinem Sande, Thon und etwas Braunkohlen folgen und dass unmittelbar darunter die Triasformation mit einem kolossalem Steinsalzlager von 360 Meter Mächtigkeit liegt. Es ist dieses Lager geologisch unzweifelhaft gleichbedeutend mit derartigen ungeheuren Ablagerungen, die zu Sperenberg südlich von Berlin im Kreise Teltow 1200 Meter tief durchbohrt sind, die bei Stassfurt unfern Magdeburg den

merkwürdigsten Bergbau der Welt hervorgerufen haben und die bei Ilsede unfern Peine 230 Meter mächtig durchbohrt wurden.

Figur 3 giebt ein Profil durch die Steinsalz-Lagerstätte von Steinförde.

Fig. 3.



Steinsalzlager von Steinförde.

D. Diluvialsand; B. Braunkohlenflöz; G. T. Gypshaltiger Thon; T. G. Thonhaltiger Gyps; K. Keupermergel; M. Muschelkalk; B. S. Bunter Sandstein.

Bei dem Bohrloch No. 1 hat man nach Durchbohrung von Ackererde, Kies und Sand bei etwa 20 Meter Tiefe ein schwaches 0.6 Meter mächtiges Braunkohlenflöz angetroffen, sodann nach fernerer Durchbohrung von thonigen und sandigen Schichten in einer Tiefe von 50 Meter das oberste Glied der Triasformation, den Keuper, anbohrte, diesen 35 Meter mächtig fand und bei 80 Meter ein Steinsalzlager antraf, welches sich 360 Meter mächtig erwies. Bei 400 Meter war dasselbe wesentlich überbohrt, worauf man bei 430 M. Tiefe in das mittlere Glied der Triasformation, den Muschelkalk und in noch grösserer Tiefe in das unterste Glied derselben, den bunten Sandstein gerieth. Es wurde kein Steinöl gefunden, offenbar weil die ungeheure Masse des Steinsalzlagers (welches in oberer Höhe auch Kalisalze führt), wie sich bei den Bohrungen 2. 4. 5. 6 ergab, das Aufdringen des Oeles verhindert; dahingegen hat das Bohrloch No. 3, welches unweit der Steinförder Theergruben angesetzt ist, den Rand des Steinsalzlagers mit

20 Meter Dicke ergeben und bis circa 300 Meter Tiefe im Keuper stehend hat es bis zur Sohle ölhaltige Schichten aufgewiesen.

Das Oel dringt am Rande des Steinsalzlagers in der Triasformation empor. Es kann also bei Steinförde nur die Aufgabe sein, die Bohrungen bis in zerklüftete Felsen der Tiefe, wie Bundsandstein, Rothliegendes etc. fortzusetzen und werden dann aller Wahrscheinlichkeit nach die grossen Oelbehälter erschlossen werden.

Vier Meilen südöstlich, im Amte Burgdorf, ist das Dorf **Hänigsen** gelegen, wo seit alter Zeit (länger als 300 Jahren) ein ähnliches Theervorkommen von den Landleuten ausgebeutet wird. Die Theergewinnung ist noch primitiver als bei Wietze und Steinförde, indem man sich darauf beschränkt, den Theer, welcher auf dem in den Gruben aus der Tiefe sich ansammelnden Wasser schwimmt, mit einem hölzernen löffelartigen Instrumente abzuschöpfen. Das Wasser wird täglich zweimal abgeschöpft, eine Arbeit, die sehr mühselig ist, da der Arbeiter in die Grube, welche aus einem, innen mit Zimmerung versehenen, theerhaltigem Diluvialsande besteht, hinabsteigen muss. Die jedesmalige Ausbeute beträgt $^1/_2$—2 Kilogramm.

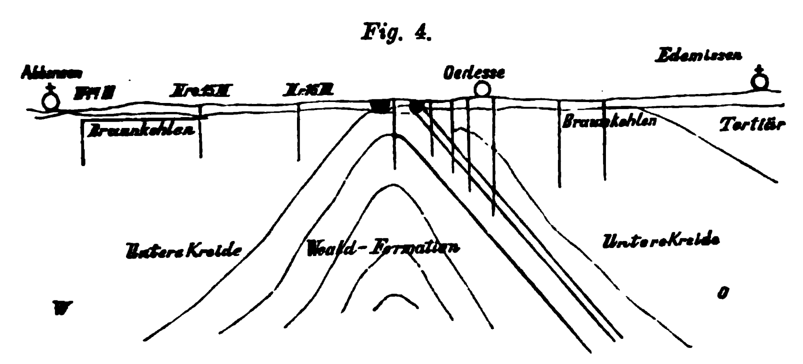
Wiederum 3 Meilen weiter südöstlich, unfern Peine, liegt das Oelgebiet von **Oedesse** und **Edemissen**, welches sehr eigenartiger Natur ist, dass daselbst seit Jahren gebohrt wird. Es ist bekannt, dass im Jahre 1881 bei „**Oedesse**“, in einer Feldmark, die mit dem Namen „**Oelheim**“ belegt wurde, ziemlich bedeutende Resultate erzielt wurden, welche auch da ein wahres „Oelfieber“ erzeugt und viele Unternehmungen — Bohrthurm neben Bohrthum, dazwischen Gebäude für Beamte, Arbeiter, Chausseen etc. — ins Leben gerufen haben, von denen seither die meisten Bohrlöcher wieder aufgegeben wurden, nur wenige noch im Betriebe sind und augenblicklich auf die Schurflust, eine nachtheilige Wirkung ausüben.

Figur 4 — auf folg. Seite — giebt ein ideales Profil der Gebirgsschichten zwischen Abbensen und Edemissen.

Nach Angaben quillt das Petroleum bei Klein-Eddesse unter den Fusstritten hervor, wenn man die Wiese am

schwarzen Wasser betritt. Im Ort selbst ist an vielen Stellen eine Asphaltkruste bemerkbar, welche von hannoverschen Asphaltfabrikanten benutzt und jetzt grösstentheils beseitigt ist. Etwa 10 Minuten von Klein-Eddesse entfernt, erstreckt sich

Fig. 4.



Ideales Profil zwischen Abbensen und Edemissen.

zwischen Dollbergen und Abbensen von Norden nach Süden ein aus der Ebene kaum hervortretender Höhenzug des Deistersandsteins, dessen Schichten am Fissenberge in einem Steinbruche 30 Fuss tief aufgeschlossen sind und nach Westnordwest einfallen. Sie wechsellagern mit dünnen Schichten und schliessen in einer Tiefe von etwa 30 Fuss auch eine sandige, ölige und bituminöse, 1—2 Fuss starke Zwischenschicht ein. Abdrücke von Cyrenen und Calamiten in den Sandsteinbänken reichen völlig aus, um die Schichten als zum Wealden — Wälderthonformation — gehörig mit Sicherheit zu bestimmen.

Das Oel ist dort wahrscheinlich vorzugsweise in einem klüftigen, dünngeschichteten Kalkstein unbestimmter Formation aufgedrungen, welcher an einer kleinen Stelle aus dem Diluvium tritt. Bei bergmännischen Arbeiten am Fissenberge zeigte sich in schmalen Steinkohlenflözen der Wälderthonformation so viel Petroleum, dass die Annahme aufgekommen ist, als ob diese Flözchen das Oel gebildet hätten; eine offenbar unrichtige Auffassung, da diese Flöze bei ihrem vielfachen sonstigen Erscheinen nirgends Oel führen.

Die grossen Kämpfe der Elemente in und über der hannoverschen Einsenkungsmulde haben dort die stark und un-

regelmässig einfallenden oberen Schichten arg durcheinander geworfen. Aus der Einförmigkeit der Erdoberfläche könnte auf eine grosse Regelmässigkeit der unteren Schichten geschlossen werden, aus 5 Bohrungen aber, welche auf einer Fläche von 60 Quadratruthen nieder gebracht wurden, wovon 2 der Bohrungen im Profil in Fig. 5 dargestellt sind, zeigen die Unrichtigkeit der Schlussfolgerung.

Fig. 5.

Bohrlochprofil bei Oelheim.

In den porösen Schichten steigt das Gas, das Oel aus der Tiefe empor, bis es, durch festes Gestein zusammengehalten, für die Pumpwerke erreichbar wird. Das Petroleum ist auf dem kleinen Raume von circa 60 Quadratruthen in Tiefen von 163, 261, 280, 189 Fuss erbohrt worden und wurden diese vier, bei Tag und Nacht mit Dampfkraft arbeitenden Pumpen,

eine mit Erdöl gefüllte Felsspalte wohl in kurzer Zeit erschöpfen, oder doch ihren Spiegel senken; dass dies nicht geschehen, dass das Oel noch immer von Pumpen erfasst wird, liefert wohl den besten Beweis für den fortdauernden mächtigen Zufluss aus der Erdtiefe; denn Bewegung in der Natur ist natürlicher als Stillstand. Je näher der Erdoberfläche, desto langsamer ist der Erdölzufluss, weil durch das kältere Erdreich, das Oel immer träger, dicker und schwerer wird; daher sind auch die Theerausschwitzungen im Sommer weit stärker als im Winter.

In den Eigenschaften der über dem Petroleum lagernden Schichten ist es begründet, dass die Zuströmung aus dem Erdinnern nicht senkrecht erfolgen kann — Seite 20 —, es ist deshalb wohl anzunehmen, dass grade in Oelheim zwischen den ergiebigen Flachbohrungen niedergebrachte Tiefbohrungen keine vortheilhaften Resultate ergeben werden. Wenn Tiefbohrungen für Oelheim überflüssig sind, so mögen dieselben in nächster Nähe bei Abbensen und Oedesse schon nothwendig sein, denn dort niedergebrachte Bohrungen ergaben erst in einer Tiefe von 140—150 Meter Oelspuren und es ist wohl möglich, dass dort erst Oel in einer Tiefe von 2, 3, 4 bis 500 Meter erbohrt wird.

Südwestlich des zuletzt besprochenen Gebietes, 3 Meilen südöstlich von Hannover, zwischen Lehrte und Hildesheim, liegt wiederum ein Oelgebiet **Sehnde, Oelsburg** und **Oberg,** auf welchem Theerquellen seit alter Zeit bekannt waren, hier ist das Oel in blauen Liasthonen, während der Ursprung in älteren Formationen liegt; in südwestlicher Richtung von Hannover zwischen **Linden** und **Badenstedt** ist der Boden vielfach mit Oel durchtränkt und ist ein der Kreideformation angehöriger Theer die einschliessende Schicht, während bei dem nahen Orte **Limmer** der obere weisse Jura den Asphalt und Oelmassen führt.

In der Streichungslinie — unter dem Streichen einer Schicht versteht man ihre Horizontalstreckung nach irgend einer Himmelsgegend; die Linie aber, welche die Richtung des Streichens angiebt, heisst die Streichungslinie — des wichtigsten Oelvorkommens von **Celle** und **Peine** sind süd-

östlich der Stadt **Braunschweig** bis zur Erstreckung von 3—4 Meilen sehr vielfache Oelquellen aus ältester Zeit bekannt und sie sind dort häufig durch Ausschachtungen versetzt worden, die jedoch den Zufluss wenig vermehrten. Die Vorkommnisse sind mehrfach in blauen thonigen Massen gefunden worden, welche von den Geologen meistens dem Lias, d. h. der untern Juraformation zugeschrieben werden. Die wichtigsten Stellen liegen in den Gemeinden Hordorf, Sickte, Hötzum, Schöppenstedt, Reitling, Schöningen und haben Bohrungen bei Schöppenstedt in einer Tiefe von 20 Meter viel Petroleum ergeben.

Vorkommen des Erdpeches

Asphalt, Asphaltum.	Bitume, Asphalte.
Bergpeches.	Asphaltum (England).
Bitumen.	Kir (Persien).
Erdharz.	Mineral Pitch.
Judenleim.	Jew's Pitch.
Judenpech, Judaeaharz.	Asfalto (Italien und Spanien).

und des Erdtheeres

Asphaltum liquidum.	Graisse de Strasbourg.
Bitumen liquidum.	Goudron minéral.
Bergtheeres.	Pissasphalte.
Maltha, Malthe.	Mineral tar.
Steinfett.	Pissasphaltum (England).

Beide stehen mit dem Erdöle im engsten Zusammenhange und zeigen sich die meisten und grössten Massen auf secundären Lagerstätten, so dass der Bergtheer ein Zwischenglied zwischen dem festen Asphalt und dem Erdöl ist. Aber auch in primären Lagerstätten der Kohlen-Zechstein- und Liasformation, selbst derb, theils in Körnern und kleinen Kugeln und zwar gewöhnlich von Quarz begleitet oder auch in Quarzkrystallen eingewachsen vorkommt, eine Erscheinung, welche ebenso wie das Auftreten von Graphit und Anthracit in manchen Urgneissen oder der oft starke Bitumengehalt

mancher Urkalkgesteine benutzt worden ist, um darzuthun, dass zur Bildungszeit der Urgneissformation schon Organismen, namentlich Pflanzen existirt haben.

Die bei dem Erdöl angegebenen Fundorte gelten meistens für Bergtheer und theilweise Asphalt, es sind aber noch besonders zu erwähnen:

Africa.

Egypten: Gegend von Kairo.

Amerika.

Nordamerika: New Brunswig im Staate New Jersey, Californien; auf der Insel Manitulin im Huronsee.

Westindien: bei Havana auf Cuba; Asphaltsee auf Trinidad; Barbados.

Centralamerika: Nicaragua.

Südamerika: Coxitambo in Peru.

Asien.

Russland: Caspisches Meer; Baku; Kasan.

Persien: im Elbursgebirge; in Farsistan und Laristan.

Indien: bei Ragun in Birma.

Türkei-Palästina: todtes Meer — lacus asphaltites.

Europa.

Italien: bei Pescara in den Abruzzen; Parma Salo; bei Neapel; Sicilien.

Spanien: bei Maestu in der Nähe von Vittoria.

Frankreich: Pont du Chateau und Pont Navey im Departement Puy-de-Dome; Pyrimont bei Seyssel im Departement de l'Ain; Bastennes und Dax im Departement des Landes; Gabian uud Pezenas im Departement Herault; Chavaroche in Savoyen; Aniche im Departement du Nord.

Schweiz: Val de Travers, Couvet, La Presta im Canton Neufchâtel.

Oesterreich: Brazza, Insel im Adriatischen Meere gegenüber von Spalatro; Morowizza bei Sebinsco und Porto Mandolo bei Trau in Dalmatien; in Steyerdorf in der Steiermark und Seefeld in Tyrol.

Deutschland: im Elsass bei Bechelbrunn, Lambertsloch, Lobsann, Birkenberg, Kleeberg, Altkirch und Hatten; in der

Pfalz bei Mörsfeld; Westfalen bei Münster, Cösfeld; Hannover bei Lauenstein, Bentheim, Markoldendorf, Limmer, Ahlem, Weenzer Bruch, Iberg bei Grund am Harz, Rammelsberg bei Goslar; in Braunschweig: Vorwohle, Elligser Brinke bei der Karshütte.

Schweden: bei Dannemora in Upland, Norberg in Westmanland und Garpenberg in Dalarne.

Als Fundstätten von fast reinem Asphalt zeichnet sich in Nord-Amerika bei New Brunswig in bituminösen Schiefern der subcarbonischen Formation ein bis 6 Meter breiter Gang aus, ferner in derselben Formation ein Ort in der Nähe von Havana auf Cuba und der Pechsee oder Asphaltsee auf der Insel Trinidad aus, wo aus dem Boden einer Bergmulde, die ungefähr 3 englische Meilen im Umfange hat, der Asphalt in flüssigen Massen hervorquillt und diese ganz und gar mit Asphalt ausfüllt und an der oberen Schichte eine spiegelglatte Oberfläche bildet.

Ein gleiches Hervorquellen des reinen Asphaltes zeigt sich im todten Meere — Lotsee —, daselbst erhärtet aber der Asphalt in Berührung mit Wasser, kommt in Klumpen an die Oberfläche, die von den Wellen ans Ufer geworfen, ohne Weiteres gesammelt und in den Handel gebracht werden.

Am Kaspischen Meere findet sich der Asphalt und Bergtheer in der oberen Tertiärformation in Sandsteinschichten, zuweilen in Steinsalzlagern und wird, wie bereits beim Erdöl — Seite 25, 26 — mit Gas und Salzwasser als Theerschlamm an die Oberfläche befördert und bildet dann vollkommene schwarze, harzige Theerschlammhügel. Der Asphalt im südlichen Persien gehört der unteren Tertiärformation an.

Das Vorkommen in der tertiären Subapernninformation in Italien ist mit dem des Erdöles — Seite 29 — übereinstimmend, während der Asphalt in Frankreich in verschiedenen Gruppen auftritt, so bei Bastennes und Dax in der Gascogne in mit Asphalt durchtränktem Quarzsand, von Vulkanschutt herrührend, und bei Gabian und Pezenas in der Provence, in Perte du Rhone, Chavaroche in Savoyen und bei Pyrimont bei Seyssel in der Franche sowohl in sackförmigen Nestern

im Neocomienkalk des Jura — untere Kreide —, als auch in stark durchtränkten Kalksteinen — Asphaltkalksteinen — in Mächtigkeiten von 10 Meter und mehr, mit 8—10% Asphalt. In derselben Beschaffenheit findet sich der Asphalt in dem nahe gelegenen Schweizer Canton Neuenburg bei Val de Travers, Couvet und namentlich bei La Presta im Thale der Reuse, wo mächtige Asphaltbrüche aufgeschlossen sind, die 12—14% enthalten.

Bemerkenswerth sind die Asphaltgruben bei Seefeld in Tyrol, welche dem Lias zugerechnet werden und ferner das Vorkommen bei Steyerdorf in der Steiermark, wo sich der Asphalt selbst im Porphyr findet. In Deutschland sind die Lagerstätten auch mannigfaltig; in dem Erdölgebiet zwischen Weissenburg und Hagenau — Seite 30 — und zwar bei Lobsann und Lambertsloch im rheinischen Braunkohlengebirge lagern in einem grauen, nicht bituminösen Kalksteine zwei mächtige Bänke von Quarzsand, deren Körner durch Asphalt fest verkittet sind; es lagert aber auch in diesem Oelgebiet bei Schwabweiler, Bechelbronn etc. über den petroleumhaltigen Sanden der Tertiärformation ein Asphaltkalkstein in Bänken von 1—2½ Meter, der bis 18% im Durchschnitt aber nur 11% Asphalt enthält.

In der nahe gelegenen Pfalz bei Moersfeld ist das Vorkommen des Asphaltes auf Eisenerzlagerstätten eigenthümlich, steht aber nicht einzig da, da selbiges sich auch bei Grund am Harz, Markoldendorf in Hannover, Camsdorf unweit Saalfeld in Sachsen-Meiningen und verschiedentlich sogar auf Magneteisenerzlagerstätten in Schweden zeigt, wie bei Dannemora in Upland; Norberg in Westmanland etc. In Westfalen bei Münster findet sich Asphalt wieder, der in derben Massen in der oberen Kreideformation, also als Ausfüllungen von Klüften der Felsmassen, während andererseits im Hannoverschen bei Limmer, unweit der Stadt Hannover Durchtränkungen von Kalksteinmassen vorkommen, welche den Pterocerenschichten des oberen weissen Jura angehören. Die Gesammtmächtigkeit der stark durchtränkten (bis 18%) Schichten beträgt hier ungefähr 8 Meter. Aber nicht blos der Kalk-

stein, sondern auch Oolithe und Mergelschiefer sind hier von Asphalt durchzogen. Endlich sei noch das Vorkommen des Asphaltes in kleinen Nestern und Putzen im Baggertorfe der ostfriesischen Hochmoore erwähnt.

Vorkommen des Erdwachses.

Bergwachs.	Ozokerit.
Fossiles Paraffin.	Steintalg.
Fossiles Wachs.	Cire de terre.
Kenderbal.	Ozocerite. (Engl.)
Lehmnaphtha.	Neft-gil. (Persien)
Mineralwachs.	Nefta-ghil. (Türkei)

Noch ein sehr wichtiges Gebilde das Erdwachs oder der Ozokerit von ὄζω riechen und κηρός Wachs schliesst sich an die vorhergehenden an und kommt, Spalten und Höhlungen ausfüllend, gewöhnlich in der Nähe von Kohlenlagern und Steinsalzmassen oder unter von Bitumen durchdrungenen Sandsteinen vor, giebt sich aber nicht auf so leichte Weise wie das Erdöl etc. schon an Oberflächen durch irgend welche Erscheinungen zu erkennen, sondern muss regelrecht erbohrt werden und erfordert dann eine directe bergmännische Anfahrung und Gewinnung.

Die Fundorte in den Welttheilen sind hauptsächlichst:

Africa.

Egypten.

Amerika.

Nordamerika: Texas, Arizona, Canada, Insel Manitulin.

Asien.

Kaukasus: Kaspisches Meer bei Darbent; Baku; Insel Swjatoi Ostrow und Tschalkän; Ekaterinodon; Station Kalachinsky im Transkubanischen Gebiete.

Persien. Truchmenien.

Europa.

England: Newcastle.

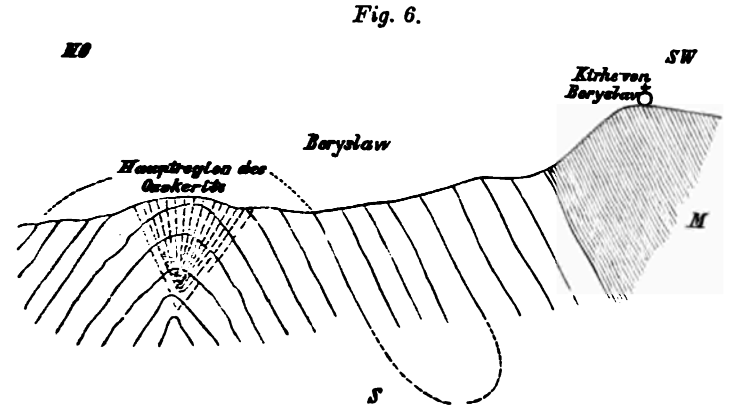
Rumänien: bei Plojesti in der Wallachei und Stanik am Berge Zietriska in der Moldau.

Oesterreich: Niederösterreich bei Gaming; in Ostgalizien bei Boryslaw-Drohobycz-Dzwiniarz-Starunia, bei Solotwina; ausserdem am Nordabhange der Karpaten-Kleszang-Mordarka-Klinkowka-Librantowo-Tarnow-Mraznica-Truskawicz-Nahujowice und Popiele.

Deutschland: Wettin an der Saale; Ostfriesland.

Von allen diesen Vorkommen interessirt am meisten das im ostgalizischen Gebiet; es findet sich da das Erdwachs in einem Salzthon, welcher der Miocaenstufe der jüngeren Tertiärzeit angehört und einen schmalen, fast vollkommen zusammenhängenden Streifen am Nordrande der Karpathen, der sich aus Schlesien nach Galizien und der Bukowina fortsetzt und von da bis in die Moldau und Walachei verfolgen lässt. Es ist die miocaene Salzthongruppe meist aus bläulichen oder bunten Thonen, Sanden und Sandsteinen, mit zahlreichen Vorkommnissen von Gyps, Steinsalz und Salzquellen, zusammengesetzt und gehören hierher die altberühmten Salinen von Wieliczka und Bochnia. Die Salzthonschichten bilden in Boryslaw einen deutlichen Sattel, denn sie fallen

Fig. 6.



Vorkommen des Erdwachses bei Boryslaw.
S. Salzthonschichten; M. Menelitschiefer.

südlich unter die sogenannten Menilitschiefer, äusserst bituminöse, blättrige Schiefer mit zahlreichen fossilen Fischen und mit Hornsteinbänken ein, die hier den nördlichsten Karpathenrand bilden. Die Hauptregion des Erdwachses fällt

mit der Achse dieses Schichtsattels zusammen, wie in Fig. 6 auf vorhergehender Seite nach C. M. Paul dargestellt.

Es findet sich hier das Erdwachs theils als Ausfüllungsmasse von Klüften und gangartigen Sprüngen, welche das Gestein grade in der Sattelregion durchsetzen, theils in dünnen, den Schnittflächen parallelen Lagen.

Bemerkenswerth ist noch das Vorkommen des Erdwachses im Wiener Sandstein — Seite 29 — bei Gaming in Niederösterreich, in den Steinkohlenmassen bei Newcastle in England; dem Kohlengebiete von Wettin an der Saale und im Baggertorfe der ostfriesischen Hochmoore.

Nicht zu übergehen sind die dem Erdwachs so nahe verwandten Arten:

Retinit von ῥητίνη-Harz; Retinaasphalt; Resinite; — in Braunkohle bei Nietleben unweit Halle; bei alten Weddingen bei Magdeburg; Perleberg in der Mark, Muskau in der Lausitz u. s. w.

Elaterit von ἐλάτη, die Fichte; Elastisches Erdpech; Bitume elastique; Elastic Bitumen; Mineral Caoutschouc — auf Bleierzgängen im Bergkalk zu Castleton in Derbychire, im bituminösen Sandstein zu Woodbury in Connecticut u. s. w.

Pyropyssit von πῦρ, Feuer und πίσσα, Harz — findet sich lagerartig in der Braunkohle bei Weissenfels unweit Halle und bei Gerstewitz unweit Merseburg u. s. w.

B. Producte des vorweltlichen Pflanzenreichs — Phytogenite. —

Vorkommen der Steinkohle.

Bituminöse oder harzige Kohle.	Houille.
Russkohle.	Coal; Bituminous Coal.
Schwarzkohle.	Fossil-coal. Pitcoal.
Charbon de terre.	Lithantrax.

Zunächst über den Schichten der Grauwackengruppe — Seite 14 — liegen diejenigen Formationen — Palaeophytischen oder Steinkohlenformationen —, welche ihren Namen

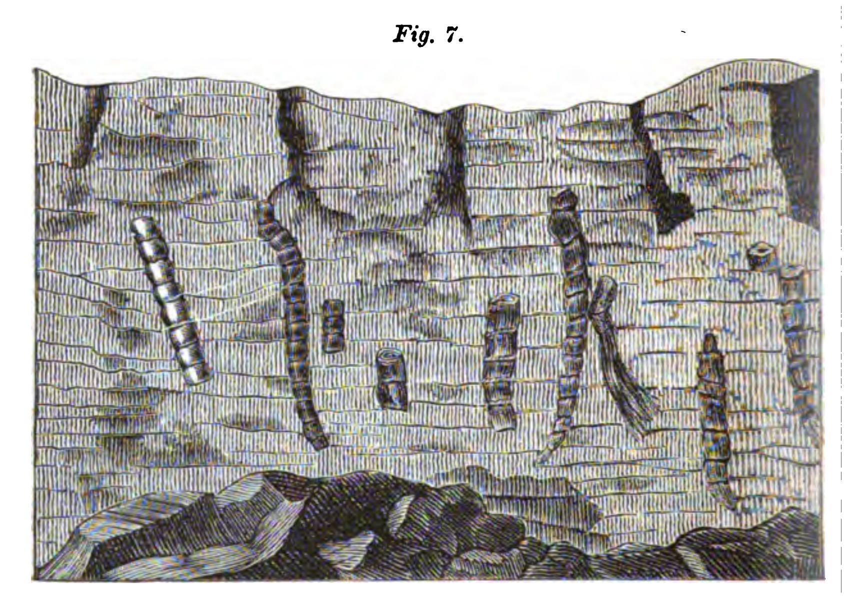
von den zahlreichen Steinkohlenlagern haben, die in ihnen vorkommen. Sie beginnen mit dem Unter-Carbon — Berg und Kohlenkalk — einem hellfarbigen Kalkstein, der in manchen Gegenden Schichtensysteme von beträchtlicher Grossmächtigkeit bildet und Steinkohlenflöze einschliessend, die in mehrfacher Abwechslung über einander wiederkehren und nach unten, wie nach oben von Lagern von Sandsteinen, Schieferthonen, Kalkschichten und Eisensteinen begrenzt werden.

Die eigentlichen oder productiven Steinkohlenflöze bilden innerhalb dieser Sand- und Thonschichten bestimmte, für sich bestehende Lager und sind durch die Umwandlung von Pflanzenresten erzeugt, die durch einen Zersetzungsprocess eigenthümlicher Art, wovon im nächsten Kapitel die Rede ist, unter der Oberfläche des Wassers und in Abwesenheit der Luft in Kohle übergegangen sind. Es haben sich demnach die oberen Schichten des Kohlensystems höchst wahrscheinlich an dem Ufer, sei es von Binnenseen, sei es von dem Meere abgelagert und es können je nach der Anwesenheit oder Abwesenheit des rein marinen Bergkalkes zweierlei Gruppen von Steinkohlenablagerungen unterschieden werden, „Meeresbecken," an deren Grundfläche der Kohlenkalk entwickelt ist, und „Binnenmulden," wo derselbe fehlt. Als eine besondere Eigenthümlichkeit vieler Kohlenlager ist hervorzuheben, dass dieselben in muldenförmigen Vertiefungen vorkommen, der Art, dass von den Rändern der ganzen Ablagerung die Schichten nach der Mitte zu einfallen und dort am tiefsten liegen. Andere Lager zeigen auffallende Zerknickungen und wellenförmige Biegungen, Windungen und Verwerfungen ihrer Schichten, welche ohne Zweifel von späteren Hebungen oder Senkungen durch plutonische Thätigkeit oder von seitlichen Zusammendrückungen und Gesteinsemportreibungen herrühren.

In manchen Gegenden liegen aber auch die Steinkohlen auf grosse Strecken sehr ungestört und fast wagerecht, so dass man in ihnen und den angrenzenden Gesteinsschichten hie und da ganz aufrecht stehende Baumstämme findet in der Stellung, wie sie einst gewachsen sind; z. B. sehr schön bei le Treuil — Fig. 7 — im Kohlenbassin von St. Etienne;

in der Grube Packfield bei Wolverhampton in Stafford shire, in Neuschottland an den Küsten der Fundybay. Das Innere mancher Steinkohlengruben bietet dem Auge des Bergmannes und Naturforschers einen höchst anziehenden und wunderreichen Anblick dar. Denn die in ihnen eingebetteten Pflanzen sind oft bis in ihre kleinsten Theile so wohl erhalten, dass auf das deutlichste Stämme, Zweige. Blätter, Samen, Früchte unterschieden werden können und manche Flöze enthalten ein wahres Herbarium von Steinkohlenpflanzen.

Fig. 7.



Aufrechtstehende fossile Baumstämme in der Kohlenmine le Treuil.

Die am häufigsten in dem Gebiete der Steinkohlenformation vorkommenden Pflanzenreste gehören den kryptogamischen Gefässpflanzen und ausserdem den Cycaden und Coniferen, weit seltener den Palmen an und von den ersten sind es vornehmlich:

Calamiten = Schachtelhalmen, Fig. 8; **Asterophylliten** = Sternpflanzen, Fig. 9; **Annularien** = Ringpflanzen, Fig. 10;

Filiciten = Farnkräutern, Fig. 11; **Sigillarien** Fig. 12; **Lepidodendron** = Schuppenbaum;

In weit geringeren Fülle als die Pflanzenwelt der Steinkohlenzeit war die Thierwelt entwickelt. Wohl ist der zu Anfang der Periode abgelagerte Bergkalk noch sehr reich an fossilen Meerthieren, welche mit zu den schönsten der Urzeit gehören, in den Kohlenlagern selbst ist nur eine geringe

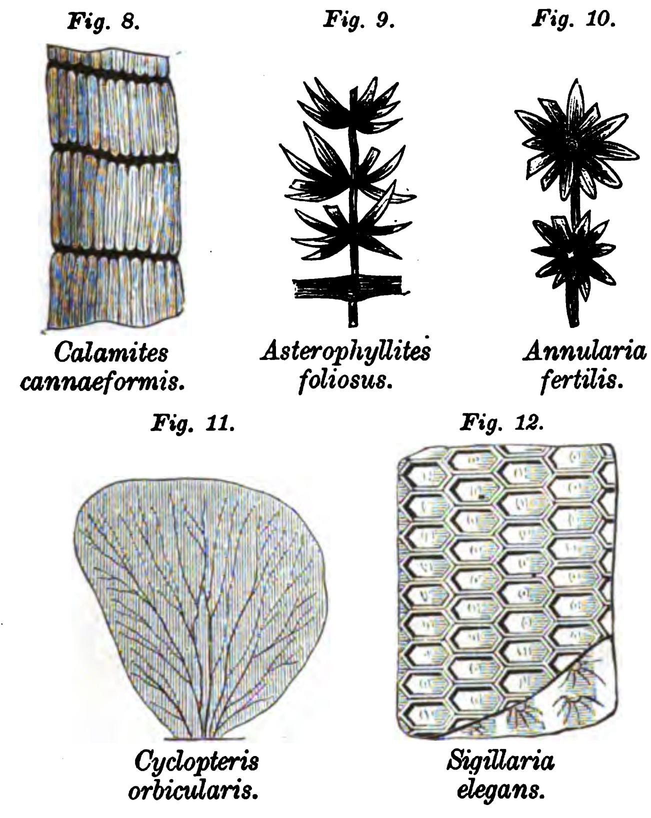


Fig. 8. *Calamites cannaeformis.*

Fig. 9. *Asterophyllites foliosus.*

Fig. 10. *Annularia fertilis.*

Fig. 11. *Cyclopteris orbicularis.*

Fig. 12. *Sigillaria elegans.*

Auswahl von Muscheln, Fischen, Korallen, Stachelhäutern, Molusken, aber auch schon Seeigel und Südwassergeschöpfe.

Die Mächtigkeit und die Zahl der übereinanderliegenden Schichten der productiven Kohlenlager, sowie ihre horizontale Verbreitung sind an verschiedenen Orten sehr verschieden. Ihre gewöhnliche Dicke wechselt zwischen $^1/_2$ — 3 Meter; 6 Meter mächtige Flöze gehören zu den Seltenheiten und

noch seltener sind die Fälle, wo die Mächtigkeit bis zu 12 Meter steigt. Das dicke Flöz zu Staffordshire hat 9 Meter Mächtigkeit, das zu Dombrowa in Russisch-Polen sogar 13 Meter. Mächtige Flöze sind meist durch Thon, seltener durch Sandsteinschichten von einander getrennt und treten dann wohl 50—60, ja selbst wie im Saarbrückner Kohlenwerke 120 mal in verschiedener Dicke übereinander auf.

Ebenso ungleich wie die Mächtigkeit und Anzahl der Flöze ist nun auch die horizontale Ausbreitung. Die Kohlenmulde Potschappel, unfern Dresden, ist nur 2½ geographische Meilen lang und nicht ganz eine Meile breit; das Revier am Hundsrück hat einen Flächenraum von 12 Meilen Länge und 4 Meilen Breite, die englischen Kohlengebiete lassen sich auf 12—20 geographische Meilen Länge und 5—10 Meilen Breite znsammenhängend an ihrer Oberfläche verfolgen, während ihre unterirdische Fortsetzung sich wohl auf 50 Meilen erstrecken mag. Noch weit grösser aber sind die Flächenräume, welche von einigen der Nordamerikanischen Kohlengebiete eingenommen werden, so ist das Kohlenlager des Alleghanygebietes 163 geographische Meilen lang und 37 Meilen breit, besitzt also einen Flächenraum von 6000 □Meilen. Der Flächenraum des Kohlengebietes von Illinois ist nicht kleiner als ganz England. Gegen diese ungeheuren Ausdehnungen treten sämmtliche Kohlenlager in ganz Europa weit zurück.

Nicht blos in der eigentlichen Steinkohlenformation finden sich die Steinkohlen, sondern auch in Formationen von verschiedenstem Alter; so in der silurischen Formation von Oporto in Portugal; in der devonischen Formation von Asturien; von Sabero in der Provinz Leon; von Hainichen in Sachsen; in der älteren Abtheilung des Rothliegenden am Thüringer Walde; in der Muschelkalkformation bei Tarnowitz—Oberschlesien; im Keupersandstein bei Basel; im Liassandstein von Helmstedt im braunschweigischen und Hildesheim; im Sandsteine des braunen Jura im Gouvernement Simbirsk; Yorkshire; Virginien; Australien; Ostindien; in der Wealdenformation der Grafschaft Schaumburg und des Fürstenthum Bückeburg; endlich in der Numu-

litenformation bei Bex in Wallis, bei Gutaring in Kärnthen und bei Albano in Istrien.

Die Hauptfundorte der Steinkohle sind in Europa und den Vereinigten Staaten von Nordamerika folgende:

in Europa:

Deutschland: Das Pfälzer oder Saarbecken, das sich von Forbach bis Kreuznach in der Länge 100 Kilometer und in der Breite 16—28 Kilometer hinzieht; die bauwürdigen Flöze sind auf bairischem, preussischen und zum kleinsten Theile auf Reichsgebiet; das Becken von Aachen und Lüttich mit der Eschweiler und Bardenberger Mulde; das westfälische Becken oder Ruhrbecken bei Essen, Bochum, Ibbersbüren; das kleine Becken im Regierungsbezirk Merseburg — Wettin und Löbejün; das schlesische Becken nach Galizien und Krakau reichend, am reichsten bis Waldenburg; in Sachsen die Kohlenbassins bei Zwickau und im Plauenschen Grunde; in der bayerschen Provinz Oberfranken das Kohlenfeld Stockheim.

Oesterreich-Ungarn liefert mit Ausnahme Böhmens und und des südlichen Ungarn, weit mehr Braunkohlen als Steinkohlen. Am reichsten an Steinkohlen ist der westliche Theil von Böhmen, in welchem man 3 grosse Becken unterscheiden kann: 1. Brandauer Mulde am Erzgebirge. 2. Pilsener Mulde und 3. die von Schlan-Prag; in Ungarn finden sich die Becken von Fünfkirchen und Steigersdorf, in Banat und an der Militärgrenze, das Becken von Drenkowa und Roschitza, endlich sind erwähnenswerth die Siebenbürger Becken und die in Istrien und Dalmatien.

Frankreich hat eine ganze Reihe kleiner Becken, die bedeutendsten sind: 1. das der Loire, St. Etienne und Rive de Gier; 2. das von Valenciennes; 3. das von St. Creuzot und Blanzy (Saône und Loire), 4. das von Aubin (Aveyron), 5. von Alais (Gard).

Belgien ist mit Steinkohlen reich gesegnet in den Becken von Mons, Charleroi, Battice, Clermont, Huy und dem bei Deutschland schon genannten von Lüttich.

Grossbritannien. Die Steinkohlenformation bedeckt in England, Schottland, Irland $^1/_{10}$ des Gesammtareals des Landes und sind grosse Lager und Becken in Schottland, New-castle, Lancashire, Wales, Cumberland.

Die Steinkohlenproduction in **Spanien, Italien, Russland** und **Schweden** etc. ist eine untergeordnete.

Amerika.

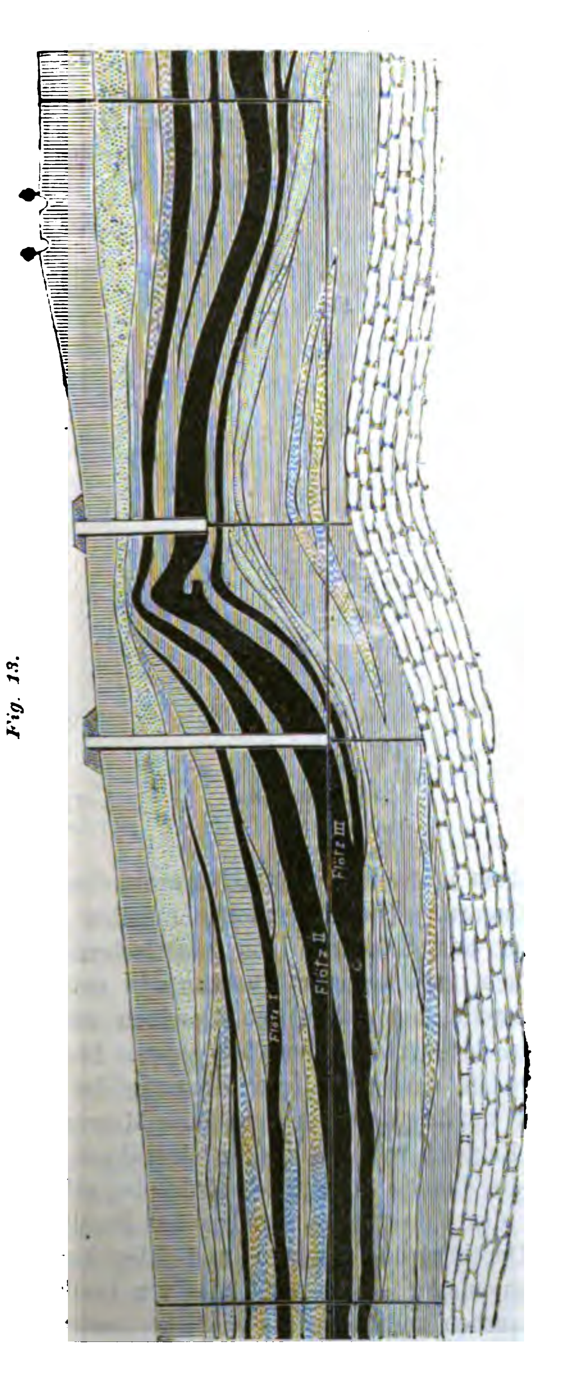
Von den amerikanischen Kohlenfeldern sind besonders die **Vereinigten Staaten** von Bedeutung. Durch geologische Revolutionen wurde das unermessliche Kohlengebiet, das sich einst von Canada bis zum Golf von Mexiko erstreckte, zerstört und zerrissen, so dass jetzt nur die Reste von drei isolirten Kohlendistrikten in der Union bestehen: 1. das Apalachische Kohlenfeld in einem Dreieck vom Norden Pensylvaniens bis in die Mitte Alabamas; 2. das Jllinoiskohlengebiet erstreckt sich in Form einer Ellipse, deren Axen von Jowa bis Kentuky und von St. Louis bis in die Nähe von Indianopolis reichen; 3. das westliche Kohlensystem beginnt jenseits des Missisippi, bedeckt den Westen von Jowa, einen Theil von Nebraska und zieht sich durch das Indian-Territory bis in die Mitte von Texas.

Vorkommen der Braunkohle.

Bituminöses Holz.	Houille brune.
Braunholzige Kohle.	Houille terreuse.
Erdkohle.	Lignites.
Gagat.	Peat.
Lignit.	Dysodile.
Pechkohle.	Jet.

Diejenigen fossilen Anhäufungen von mehr oder weniger verkohlten Pflanzenresten, welche der Tertiärformation und specieller den Miocaenschichten angehören, werden als Braunkohlen bezeichnet, es finden sich aber auch schon hie und da Braunkohlennester und kleine Flöze in älteren Formationen, z. B. im Keuper bei Lobsann im Elsass die sogenannte Lettenkohle, im Jura die oberrheinische Braunkohle,

Fig. 13.



Profil der Riestedter Kohlenflöze bei Halle.

in dem Muschelkalk bei Calbe an der Saale, Rüdersdorf bei Berlin; in der Steinkohlenformation in der Gegend von Magdeburg, bei Aachen und Düren; in der Grauwacke bei Loeben in der Steyermark, im Thonschiefer bei Kupakupa auf Neuseeland; im Gneiss in Wiener Kohlenbecken;

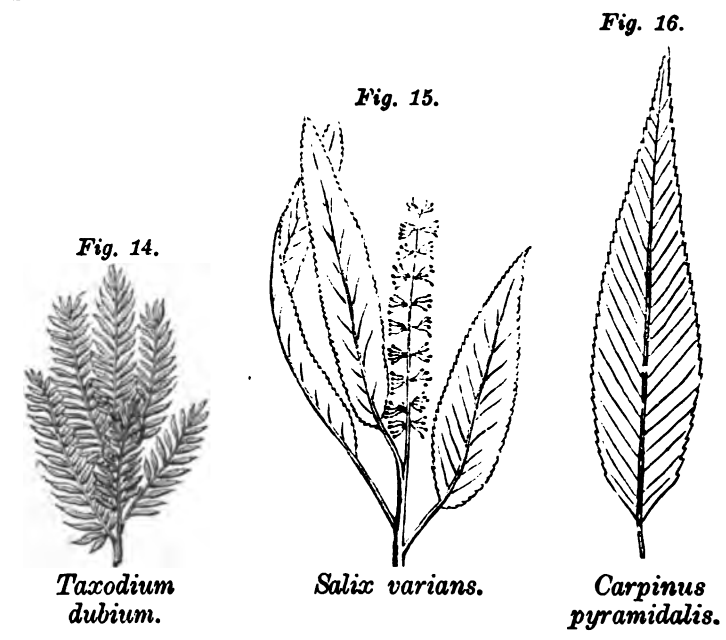


Fig. 14. *Taxodium dubium.* Fig. 15. *Salix varians.* Fig. 16. *Carpinus pyramidalis.*

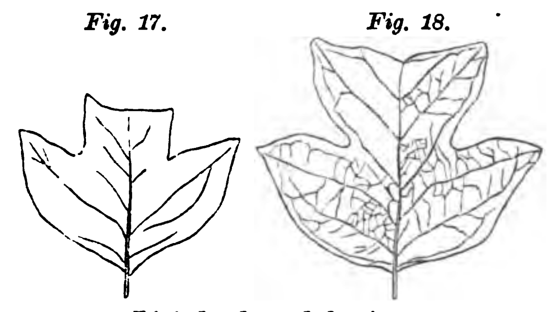
im Granit bei Zittau in Sachsen; im Glimmerschiefer bei Oedenburg in Ungarn. Die Braunkohlen finden sich in Wechsellagerungen mit Schichten von plastischem Thone, mürben Sandsteinen und lockeren Thonmergeln etc. — wie in Fig. 13 dargestellt und haben sich dieselben zumeist da abgelagert, wo in der vorweltlichen Zeit grosse Binnenseen standen, oder wo in der ehemaligen Mündung der Ströme mehr oder minder tief ins Land einschneidende Meeresbuchten sich ausdehnten. Zugleich waren aber diese ehemaligen Binnenseen meist auch die dünnen Stellen der Erdrinde, welche die nach Ablagerung der Braunkohlen erfolgenden Basalt-Eruptionen zu ihrem Durchbruche benutzten, und daher kommt es, dass die Braunkohlenlager so oft nicht blos von basaltischen Gesteinen durchbrochen und theilweise verdeckt, sondern auch

von basaltischen Tuffen und Conglomeraten überlagert sind, wie im nördlichen Böhmen und am Habichtswald bei Cassel etc.

Ohne Zweifel würden die Braunkohlen bereits zu Steinkohlen geworden sein, wenn nicht nur Jahrtausende, sondern Millionen von Jahren über sie hingegangen und wenn sie einem grösseren Drucke überliegender Schichten ausgesetzt gewesen wären. So aber sind sie nur halb verkohlt und zeigen der Mehrzahl nach eine erdige, torfige Beschaffenheit.

Wie einst in der Steinkohlenzeit riesige Schachtelhalme, Farne, Sigillarien etc. den jungfräulichen Boden überzogen, so waren es jetzt immergrüne Laub- und Nadelhölzer, insbesondere Cedern, Cypressen, Taxodien — Fig. 14; Weiden — Fig. 15; Pappeln; Hainbuchen — Fig. 16; Ahorn; Tul-

Fig. 17. *Fig. 18.*



Liriodendron helveticum.

penbäume — Fig. 17-18; Kampferbäume, Zimmtbäume, Weinreben, Lorbeeren, Myrthen etc. In manchen Schichten sind die Blätter, Blüthen und Früchte der Pflanzen, aus denen sie bestehen, auf das Trefflichste erhalten, als wären sie künstlich zwischen feinem Papiere gepresst, und zwischen ihnen finden sich oft in grosser Menge Insekten, Spinnen, Fische und kleine Reptilien, die einst in den Wäldern gelebt haben.

Wie die Steinkohle, so kommt auch die Braunkohle in oft sehr regelmässigen, mächtigen und weit ausgedehnten Flözen oder auch in massigen Stöcken vor. Das Braunkohlenlager im Brühler Revier zwischen Bonn und Cöln beträgt auf dem westlichen Gehänge über 13 Lachter — 1 Lachter = 2 Meter —. Die Kohlenflöze bei Bilin und im Falkenau-Carlsbader Bassin erreichen die Mächtigkeit von 10

Klaftern — 1 Klafter = 3,34 Kubikmeter —, bei Zittau in Sachsen stellenweise eine Mächtigkeit von 70 — über 100 Fuss, bei Sagor in Krain über 120 Fuss, bei Karbitz in Böhmen 180 Fuss und bei Lobsann im Elsass von nur 1/3 Millimeter. Wie die Mächtigkeit der einzelnen Flöze sehr verschieden ist, so ist es auch die Zahl der Flöze und kommen wohl nie so zahlreich vor, wie bei den Steinkohlen. Bei Bilin, Retsattel, Davidsthal in Böhmen sind 4, bei Sangershausen 5, bei Muskau in der Lausitz 6, in der Mark Brandenburg 7 übereinander liegende Flöze bekannt.

Die Hauptlagerorte sind **in Europa:**

Spanien: bei Corunna, Cordova, Santander, Madrid, Saragossa.

Frankreich: Departements: Basses Pyrénées, Les Landes, Vaucluse, Basses Alpes, Puy de Domes.

Italien: in Val di Magra, Piemont, Toscana, bei Sarzanello und Caniparola unweit Specia, Sicilien.

Schweiz Kantone: Genf, Waadt, Bern, Zug, Zürich, Luzern.

Oesterreich-Ungarn im böhmischen Becken; Budweiss, Eger, Carlsbad, Saatz, Teplitz; in Mähren; Galizien; Siebenbürgen; Dalmatien und im ungarischen Becken zwischen Drau und Theiss; östreichisch-salzburgischen des Traunthales und das von Wiener Neustadt.

Deutschland. Das oberrheinische Gebiet im Elsass; das rheinisch-hessische Giessen, Westerwald, Kassel, das niederrheinische Bonn-Cöln, das thüringisch-sächsische zwischen Altenburg, Leipzig, Halle, Zeitz und das norddeutsche Gebiet Braunschweig, Lausitz, Brandenburg, Posen.

Es giebt in Europa eigentlich nur eine Braunkohlenformation, die sich von 40°—52° der Breite, von ihrem südlichsten Punkt zu St. Angelo und St. Gaudenzia im Apennin bis zum Harze als dem nördlichsten verfolgen lässt.

Auch in den übrigen Welttheilen, Asien, Africa, Amerika, Australien finden sich Braunkohlen, jedoch würde es zu weit führen, darauf zurückzukommen.

Vorkommen des Torfes.

Tourbe. Turf.

Der Torf ist eine aus freiwilliger Zersetzung von Vegetabilien hervorgegangene und noch hervorgehende Substanz, wenn die Zersetzung unter bestimmten Verhältnissen stattfinden konnte und noch stattfinden kann, d. h. in Mulden mit stagnirendem Wasser. Er ist eine schichtenbildende Gebirgsart, ebenso wie die Braun- und Steinkohlen und in seinem Wesen nach als Uebergang aus dem Organischen zum Unorganischen zu betrachten. In vielen Fällen gemischt mit Mineralstoffen, wie Sand, Lehm, Thon, Kalk, Eisenkies, Eisenocker etc. Die ältesten Torflager finden sich im Diluvium zwischen sandigem, gelbem Lehm, sandigem Schieferthon mit vielen kleinen Trümmern, weissen Kreidemergels im Gouvernement Grodno und zwischen geschichtetem Dünensand und grauem geschichteten Thone mit kleinen Geröllen von Granit, Glimmerschiefer und Quarzit bei Kram-vulgum am Strande bei Liebau; es sind auch hierher manche der sogenannten „unterseeischen Torfgebilde“ oder „Darg“, „Dargschichten“ zu den diluvialen Torfgebilden zu rechnen, wie z. B. bei Liebenwalde in der Mark Brandenburg. In den unteren Lagen der diluvialen Torfmoore sind der Bagger- und Pechtorf vorherrschend, in den mittleren Lagen noch einzelne undeutliche Pflanzenreste und in den obersten Lagen reiner Torf und mehr oder weniger zahlreiche Haide oder Riedgräserreste enthalten; oft auch Reste von Bäumen einschliessend, welche gegenwärtig nicht mehr an ihren Lagerorten wachsen.

In den Alluvial-Torfgebilden ist nie Pechtorf zu finden, sondern in den unteren Lagen dunkelbraune, reife, mehr oder weniger zahlreiche und unterscheidbare Pflanzenreste, in den oberen Lagen stets unreifen Filztorf enthaltend.

Es werden nämlich die Torfarten unterschieden in „reife“ und „unreife“; bei den ersteren ist die Masse vorherrschend amorph, im nassen Zustande schlammiger oder teigartiger, klebriger oder formbarer, im trocknen Zustande aber stein- oder pechähnlicher, nur wenige meist undeutliche und stark

verkohlte Pflanzenreste zeigend, also eigentlicher Torf oder Torfkohle und Specktorf; während die Masse der unreifen Art oder Schwamm-, Faser-, Filztorf aus zusammengesetzten noch mehr oder weniger deutlich erkennbaren Pflanzenresten besteht, wozu die Moos-, Haiden-, Schilf- und Wurzeltorfe gehören.

Es finden sich Torfmoore, die bei der Umwandlung grösserer Binnenseeen in Torfmoore im ersten Stadium der Seeausfüllung zuerst Conferven und Algen, sodann hochhalmige Wassergräser — Calamagrostis; Schilfrohre — Typha; Wasserlilien, Kalmus u. s. w.; im zweiten Stadium schwimmende Wasserpflanzen — Myriophyllum, Callitriche; im dritten Stadium Igelskolben — Sparganium; Schachtelhalme — Equisetum, Pfeilkraut — Sagittaria; Binsen — Scirpus; Juncus u. s. w.; im letzten Stadium der Ausführung endlich Ried- und Wollgräser — Carex und Eriophorum und Moose — Hypnum, Sphagnum sich ansiedelten, und dass der aus diesen verschiedenen Gewächsen entstehende Torf verschieden reich an erdigen Substanzen ist, so dass in solchen Torfmooren von oben nach unten so viele verschiedene Torfarten sich finden, als oben Lager von verschiedenen torfbildenden Gewächsen vorhanden sind.

Je nachdem sich nun die stehenden Gewässer an Gebirgsabhängen, auf Hochplateaus oder in den Mulden ebener Gegenden gebildet haben und der Torf auf Bergebenen und Gebirgsrücken oder in Niederungen angetroffen wird, ist zu unterscheiden Bergtorf in Gebirgsmooren und Wiesentorf in Wiesen oder Flachmooren, welche letzteren wiederum in Hochmoore und Grünlandsmoore getrennt werden, je nachdem ihr Untergrund in und über oder unter der Höhe des gewöhnlichen Sommerwasserspiegels der betreffenden Gegend liegt.

Die Mächtigkeit der Torfablagerungen zeigt sich in einem und demselben Landesgebiete sehr verschieden. Im Allgemeinen jedoch besitzen die sogenannten Hoch- oder Haidemoore eine grössere Tiefe als die Wiesen- oder Grünlandsmoore.

Im nordwestlichen Deutschland ist das Hochmoor vom Dümmer-See über 30 Fuss, das von Papenburg 30—45 Fuss, das Courtanger Hochmoor 8—12 Fuss tief. In Lithauen giebt es Hochmoore von 30—36 Fuss und in Norddeutschland von 12—24 Fuss Tiefe, während die Grünlandsmoore gewöhnlich 3—7 und selten 10 Fuss Tiefe zeigen.

Wie die Mächtigkeit so ist auch die Flächenausdehnung der Torfmoore sehr verschieden gross und ist namentlich Pommern reich an gewaltigen Torfflächen. Im uralischen Russland, z. B. in der Nähe von Nischne-Tagilsk, bedecken über 20 Fuss mächtige Torflager mehr als 1000 preussische Morgen grosse Flächen; ja im Norden Russlands und Sibiriens soll nach Ludewig die Gesammtoberfläche des Landes auf schlammigen Torflagern, den sogenannten „Tundren“ bestehen.

Die Torfmoore gehören der nördlichen Zone an, in Nordamerika, Nordasien und in Nord- und Mitteleuropa ist wohl kein Land, das nicht reich an Meilen weiten Torfmooren wäre und zeichnen sich in Europa namentlich Irland, England (im Torfmoos bei Downholland in Lancashire findet sich Steinöl), Schweden, Norwegen, Holland, Hannover, Oldenburg, Brandenburg, Pommern, Ost- und Westpreussen und die russischen Ostseeprovinzen durch unermessliche Lager aus. Je weiter nach Süden, desto mehr nimmt die Ausdehnung der Moore ab, doch haben auch Bayern, Württemberg, Baden, Oesterreich-Ungarn noch bedeutende Lager, seltener finden sie sich in Frankreich, Spanien, Italien.

C. Producte des vorweltlichen Thier- und Pflanzenreichs.
— Bituminolithe —

Bituminöse Schiefer und Bogheadkohle.

Bituminit.	Torbanit.
Bituminöser Thon.	Torbanehillkohle.
Schwühl.	Boghead-caol, Parrot-caol.

Die bituminösen Schiefer sind „sehr scharf" zu trennen von den mit Petroleum. Bergtheer und Asphalt durchtränkten Fels- und Erdarten, wie die bituminösen Mergelschiefer und Dolomite, die vielfältig in dem Abschnitt *A.* „Retinalithe" erwähnt sind; von dem in Württemberg und England etc. im Lias vorkommenden „Posidonienschiefer", (nach der vorweltlichen Muschel „Posidonomya Bronnii" benannt), welche überaus reich an Sauriern, Fischen und Molusken sind, dem bituminösen oolithischen Kalkmergel, dem Brandschiefer im unteren Dyas; die karpathischen, oberbairischen und elsässischen Menilithschiefer im Neogen mit ihren zahlreichen Fischresten. Die reinen bituminösen Schiefer geben an ätherische Lösungsmittel Alkohol, Aether, Terperthinöl, Benzol etc. nichts Lösliches. die Bogheadkohle nur geringe Spuren ab; der Bitumengehalt ist eben nicht in destillirtem, ölartigem Zustande vorhanden, sondern in einer Art Verkohlung, welche Erdöl etc. erst dann hergiebt, wenn durch Zutritt von Wärme eine Destillation entsteht; so zeigte es sich, dass bei einem grossen Erdbrand in diesen Schiefern bei Boll in der schwäbischen Alp 1868 Erdöl aus dem Boden floss, wo vorher keins vorhanden war.

Die Hauptfundorte solcher bituminöser Schiefer sind im Teutoburger Walde zu beiden Seiten von Bielefeld und am Deister, wo sie der Wälderthonformation — Wealden, Seite 25 — angehören. An der Westseite des Hilsberges im Braunschweigischen liegen mächtige Lager anscheinend im unteren Jura. Bei dem oben erwähnten Boll in der Schwäbischen Alp und bei Bruchsal im Badischen finden sich diese Schiefer in der oberen Juraformation; ferner im Westerwalde, Kurhessen am Meissner, in der Provinz Sachsen bei Voigtstedt; Böhmen in Egerer Beckern und bei Bilin; Kärnthen bei Prevali.

Die merkwürdige schiefrige Bogheadkohle, früher für eine aschenreiche Steinkohle gehalten, kommt in dem kohlenhaltigen Kalkstein — Subcarbon — der Steinkohlenformation von Torbanehill bei Bothgade in Linlithgowshire (Schottland)und als sogenannte Süd-Bogheadkohle — South-Boghead-Coal — in der Nähe von Poole in England; ausser-

dem die Pictoukohle der Frasermine in Neuschottland und der Albertkohle von Neubraunschweig in Amerika.

Alle diese bituminösen Schiefer enthalten Verkohlungen, welche sowohl vom Thier- als auch vom Pflanzenreiche in ganz beträchtlichen Mengen stammen und der Formation entsprechend einschliessen; so enthält die Bogheadkohle von Thieren: Fische, Crustaceen und von Pflanzen: Stigmarien, wie Stigmaria ficoides Brongnard und scheinen Producte einer unvollkommenen Verkohlung auf nassem Wege zu sein.

Die Frage, ob die Bogheadkohle eine Steinkohle oder ein bituminöser Schiefer sei, ist in zwei bedeutenden und interessanten Prozessen erörtert. Der Besitzer von Torbanehill hatte 1850 an Russel das Recht verpachtet, die im Boden vorhandenen Kohlen, Kalkstein und Thon zu gewinnen, während er sich die Gewinnung von Kupfererzen und anderer Mineralien vorbehielt. Als dann Russel die neue Kohle exploitirte, erklärte der Eigenthümer 1853 ihn nicht dazu berechtigt und verlangte 10 000 Pf. Schadenersatz. Die zur Expertise berufenen Chemiker waren verschiedener Meinung; Flemming, Frankland, Graham, A. W. Hofmann, Stenhouse und Penny bezeichneten das Mineral als Kohle; Chapmann und Hugh Miller nannten es bituminösen Schiefer; Wilsen und Milme erklärten es für mit Bitumen getränktem Thon; Ansted und Brande hielten es für ein eigenthümliches Mineral. Die Jury entschied zu Gunsten Russel's.

Dieselbe Streitfrage kam in Frankfurt a. M. zwischen zwei Gasfabriken zur Erörterung, deren eine das Monopol der Gasfabrikation aus Steinkohlen, die andere das aus Harz und bituminösen Substanzen hatte. Ausserdem kam bei der Zollbehörde in Berlin diese Frage in Betracht, weil Steinkohlen zollpflichtig, bituminöse Substanzen aber zollfrei waren. Wegen des hohen Gehaltes an Wasserstoff (11%) und an Asche etwa (20%) und wegen des braunen Striches wurde Bogheadkohle besonders von Göppert als bituminöser Schiefer bezeichnet, da bei Steinkohle der Gehalt an Wasserstoff 6% und an Asche 5—10% nicht übersteigt, und diese einen schwarzen Strich giebt.

III. Theorien über Ursprung und Bildung der Fossilien.

Was die Entstehung der Fossilien anbelangt, so existirten darüber verschiedene Hypothesen und war diese lange in vieler Beziehung noch in Dunkel gehüllt.

Die älteste Hypothese aus dem vorigen Jahrhundert über die Bildung des Erdöles ist die, dass sich dasselbe bei der Entzündung verschütteter Wälder bildete, ursprünglich eine so farblose und reine Flüssigkeit sei, wie die modificirte Bergnaphtha und dass sie erst durch das Lösen von Harzen in das Bergöl resp. in den Bergtheer etc. übergegangen sei; und selbst Reichenbach hielt es noch für das Terpentinöl vorweltlicher Pinien und H. Roemer als das Oel aus dem Harze von Abietites Linkii Röm. ab, dessen Nadeln sich stellenweise in den Kohlen der Wealdenbildung angehäuft finden und zur Bildung der Steinkohlen wesentlich beigetragen haben sollen.

Es lag zunächst nahe die **Mineralöle, Bergtheer** und **Asphalt** etc. mit den grossen Kohlenlagern der Erde in Beziehung bringen, sie also als Nebenproducte der allmähligen Umwandlung der Holzfaser in Steinkohle oder als Zersetzungsproducte, die mit der Steinkohlenbildung im Zusammenhange stehen, zu betrachten, wie v. Hochstetter, Gregory, Kobell, denn bei der trocknen Destillation der Steinkohlen entstehen Kohlenwasserstoffgase, Wasser und Steinkohlentheer; aus dem letzteren lässt sich ein flüssiges Steinkohlenöl abdestilliren, welches mit dem natürlichen Steinöl Aehnlichkeit hat und es bleibt ein Steinkohlenpech zurück. Genau so zeigt sich über Steinkohlenlagern, wie es im 1. Kapitel, Vorkommen des Erdöles, vielfältig berücksichtigt ist, Mineralöl, Erdtheer, Erdpech,

Wasser und Gas. In Wirklichkeit entsteht ja auch bei der langsamen Verwesung oder Gährung vegetabilischer Stoffe unter Wasser und bei Abschluss der Luft das „Sumpfgas“, in den Steinkohlen das den Bergleuten oft so verderbliche, mit jenem übereinstimmenden Grubengas, „Schlagende Wetter“ — Seite 8, — welches nach seiner chemischen Zusammensetzung: $C\ H_4$; aus 1 Atom Kohlenstoff und 4 Atomen Wasserstoff bestehend, das Anfangsglied der Petroleumreihe bildet. Ja man sieht geradezu Erdöle aus den Steinkohlen fliessen, wie das in dem Steinkohlenbergwerk The Dingle in Shropshire — Seite 29 — und bei Wettin an der Saale — Seite 29 — der Fall ist, wo das Oel an einzelnen Stellen förmliche Traufen bildet, gegen welche die Bergleute sich durch vorgestreckte Bretter schützen müssen; aber auch in Pensylvanien, Westvirginien, Süd-Ohio ist es der Fall. Ebenso ist aus den chemischen Formeln sehr leicht nachzuweisen, dass bei der Umwandlung von Holzfaser (Pflanzencellulose) in Kohle unter Abschluss der atmosphärischen Luft ein Theil des Kohlenstoffes mit dem Wasserstoff verbunden entweichen muss. Bei Vergegenwärtigung der im Innern der Erde vorhandenen Bedingungen: Abschluss der Luft, erhöhte Temperatur und starker Druck, wird die Bildung von grossen Massen von gasförmigen Kohlenwasserstoffen, welche dann in Folge des starken Druckes zu Flüssigkeiten verdichtet werden, zu begreifen sein und in der That lassen sich durch Condensationsprocesse in unsern Laboratorien homologe, im Petroleum vorkommende Kohlenwasserstoffe darstellen. Allein diese Erklärung genügt nicht.

In Nordamerika, wo die Petroleumquellen über einen ungeheuren Flächenraum von Canada bis Michigan, Indiana und Texas zerstreut sind, finden sich freilich auch gewaltige Steinkohlenlager, namentlich Anthracitlager und doch kann ihnen die Hauptmasse des Petroleum nicht zugeschrieben werden. Einmal findet sich das Petroleum in Gegenden, in denen nur ältere Formationen — Devon, Silur — aber nicht mehr Steinkohlenformation vorhanden ist, ohne dass doch ein Grund vorhanden wäre, anzunehmen, dieselbe sei früher dort vorhanden

gewesen und erst später zerstört worden; dann ist aber überhaupt nicht die Steinkohlenformation dasjenige Niveau, in welchem die meisten Quellen liegen, sondern dieselben befinden sich in den unter der Steinkohlenformation liegenden Gebilden — in dem Chemung der devon- und silurischen Schichten —, am Lorenzstrome im oberen Silur, auf der Manitulin Insel im unteren Silur, welche in Amerika in enormer Mächtigkeit auftreten und dort in eine Reihe Unterformationen — Seite 19 — gegliedert werden. Das Oel findet sich vorzugsweise in denjenigen Regionen, in welchen die Schichten in ihrem Verlaufe gestört und verworren sind und wo sich in Folge hiervon die meisten Spalten gebildet haben. Bemerkenswerth ist, dass das an ein und demselben Orte von verschiedenen Brunnen erhaltene Oel oft in sehr bedeutend verschiedener Beschaffenheit oder Qualität erscheint, was darauf hinweist, dass in diesen Fällen die einzelnen Brunnen ihren Zufluss aus verschiedenen Spalten erhalten, die nicht mit einander in Verbindung stehen. Andrentheils ist es jedoch häufig vorgekommen, dass, wenn an einem Orte ein neuer Brunnen gebohrt wurde, dann die anderen in der Nachbarschaft bereits befindlichen Brunnen plötzlich einen geringeren Ertrag geben; woraus hervorgeht, dass der neue Brunnen seinen Zufluss aus derselben Lagerung erhalten, wie die älteren, und das ist namentlich der Fall in Schichten, wo sich keine Steinkohlen finden. Auch im nördlichen Deutschland ist das Erdöl in devonischen Schichten am Rammelsberge bei Gosslar und am Iberge bei Grund gefunden, und es ercheint höchst wahrscheinlich, dass unter den ölführenden Schichten Galiziens die Steinkohlenformation fehlt. Es ist auch zu berücksichtigen, dass sich Spuren Erdöl in plutonischen Gesteinen — Seite 14 — z. B. in Holstein in Granitgeschieben (auch Asphalt nach L. Meyn), bei Parad in Ungarn am nördlichen Fusse des Matra im Grünsteinporyphyr der dortigen Kupfergruben; bei Steyerdorf in der Steyermark im Porphyr; in den Dioriten von Gaspé (Canada); jedoch ist dieses Vorkommen darauf zurückzuführen, dass es nicht in den Schichten seinen Ursprung hat, sondern beim Durchbrechen von Sedimentschichten aus diesen eingedrungen ist — Seite 39 —.

Da in dem Erdöl Paraffin enthalten ist und dieses sich auch in dem Steinkohlentheer findet, so war gleichfalls angenommen, dass unabhängig von der Bildung der Steinkohlen, das Erdöl das Product der trocknen Destillation der Steinkohlen sei und dass dabei nach Kobell die Steinkohlen ihr Bitumen verloren hätten und die Anthracitlager als Destillationsüberrest noch anzusehen seien. Nach den bisherigen Beobachtungen über die Temperaturzunahme wurden Mineralkohlenlager, welche in einer Tiefe von ungefähr 2800 Meter liegen, der Siedetemperatur des Wassers ausgesetzt sein. Nur bei einer solchen Temperatur könnte Erdöl aus den Schichten, welche es bereits fertig gebildet enthalten, destilliren und sich in höhere Schichten verdichten; zu der Bildung des Erdöles durch trockne Destillation würde natürlich eine weit höhere Temperatur gehören, die einer Tiefe der Schichten entsprechen würde, die nicht vorausgesetzt werden kann.

Gegen die Annahme der trocken Destillation sprechen, nach B. Kerl nicht nur die Umstände, dass das Petroleum sich in älteren Schichten finde, sondern auch, dass das aus Kohle und bituminösen Schiefern erhaltene Oel neben gesättigten Kohlenwasserstoffen auch viel ungesättigte Kohlenwasserstoffe enthält und dass Gliedcr der Benzolreihe Säuren: wie Phenol, Cresol etc. und Ammoniumverbindungen: wie Naphthalin, Anthracen etc. im Steinöle fehlen.

Nach einer andern Ansicht steht das Vorkommen von Erdölquellen, Salzquellen und Entwicklung von brennbaren Gasen — Seite 20 und 21 — in der Natur in einem innigen Zusammenhange, so berichtete doch schon Herodot das Vorkommen des Salzwassers mit dem Erdöle bei Arderikka — Seite 2 — und Aristoteles — Cap. V. de sensu — über den bedeutenden Salzgehalt des Todten Meeres. So finden sich im Staate Ohio am Muskingum-Flusse Salzsoolen, die sich durch beigemischtes Petroleum unbrauchbar erweisen und so sind in Canada, Westpensylvanien, Uta, Colorado, Californien Petroleumquellen mit Salzwasser vorhanden; auf der Halbinsel Apscheron tritt das Erdöl mit Salzwasser aus den Schlammvulkanen hervor — Seite 25 —; desgleichen ist Salzwasser mit Petroleum bei Sehnde, Oelheim, Oberg, Steinförde — Seite

33 — beobachtet und ist das Erdölvorkommen mit Salzsoolen für den Elsass characteristisch, ebenso für Westgalizien, wo fast alle Oelbrunnen Salzwasser führen und dasselbe scheint auch für Rumänien zuzutreffen.

Durch das gemeinschaftliche Vorkommen wird nun die Bildung des Petroleums folgend erklärt: dass in der Tiefe Lager von Steinsalz vorhanden sind, welche nach den bekannten Beobachtungen von Dumas, H. Rose, Bunsen oft Kohlenwasserstoff im comprimirten Zustande enthalten, dass dieses Steinsalz von unterirdischen Wässern gelöst, dabei das Gas freigemacht wird und nun theils als solches zum Ausströmen gelangt, theils in Folge starker Compression in condensirtem Zustande als Naphtha ausfliesst. Das aus dem sogenannten Knistersalz in Wieliczka beim Auflösen sich entwickelnde Gas besteht nach einer Analyse Bunsens aus:

Kohlenwasserstoff .	84. 60 %
Kohlensäure . . .	2. 58 „
Sauerstoff . . .	2. 47 „
Stickstoff. . . .	10. 35 „
	100. 00 %

also wesentlich aus Sumpfgas, aus welchem sich allerdings, wie bereits vorhin erwähnt, im Petroleum enthaltene Verbindungen darstellen lassen.

Ausserdem beobachtete Kreutz beim Auflösen solchen Knistersalzes neben den aufsteigenden Gasbläschen auch Bitumenflocken und beim Auflösen des Knistersalzes in heissem Wasser, dass sich auf der Oberfläche dünne, irisirende Fetthäutchen bilden.

Nach Berthelot bilden sich im Erdinnern aus Kohlensäure und Alkalimetallen „Acetylsäuren," welche durch Wasserdampf Acetylen C_2H_2 geben und dieses in Petroleum ähnliche Kohlenwasserstoffverbindungen übergeführt werden kann.

Ueber die Entstehung des Petroleum stellte der russische Chemiker Mendelejeff — 1877 — eine eigenthümliche Hypothese auf. Das Auftreten des Steinöles an der Erdoberfläche weist auf das Streben desselben hin, in den Erd-

schichten emporzusteigen, was jedenfalls dadurch bedingt wird, dass das Mineralöl leichter als das überall verbreitete Wasser ist. Aus diesem Grunde, wie auch wegen des Umstandes, dass in den Sandsteinen, in welchen viel Mineralöl enthalten ist, keine verkohlten Organismenreste aufgefunden werden, welche in den Entstehungsorten des Steinöles zugegen sein müssten, wenn dasselbe sein Entstehen den Organismenresten verdankte — denn es ist unmöglich vorauszusetzen, dasselbe sei das einzige Product der Organismenveränderung — ist man genöthigt die Entstehungsorte des Steinöles unterhalb seiner Fundorte zu suchen. Da aber das Steinöl im Kaukasus in den Tertiärschichten, in Pensylvanien in devonischen und silurischen Schichten vorkommt, so muss sein Entstehungsort noch tiefer liegenden Schichten zugeschrieben werden. Nun können aber in den älteren Perioden als die silurische, nicht viele Organismen gelebt haben, deshalb erscheint die Voraussetzung, das Steinöl sei ein Product irgend eines Organismen-Zersetzungsprocesses, als eine sehr unwahrscheinliche. Mendeljeff geht nun von der Hypothese Laplace's über die Erdentstehung aus, wendet das Dalton'sche Gesetz — „dass Dämpfe in einem Gase, zu dem sie keine chemische Verwandschaft haben, bei derselben Temperatur dieselbe Expansivkraft besitzen, wie in der Luftleere und, dass sie mit der zunehmenden Dichte jenes Gases ihre eigene Dichte und Expansivkraft nicht verändern" — auf den ursprünglichen Dampfzustand der Bestandtheile der Erdkugel an und geht mit Rücksicht auf die Dichtigkeit der Erde, sowie der Dampfdichte der Elemente auf eine Ansammlung von Metallen innerhalb der Erde aus. Wenn nun vorausgesetzt wird, dass unter den Metallen Eisen vorwaltet, was nicht unwahrscheinlich ist, da dasselbe in Menge auf der Sonne und in den Meteorsteinen verbreitet ist, und man die Existenz von Kohlenstoffverbindungen der Metalle zulässt, so wird dadurch nicht nur die Entstehungsweise des Steinöles, sondern es werden auch alle Eigenthümlichkeiten seines Vorfindens an solchen Orten, wo die Erdschichten in Folge von Gebirgsemporhebungen von der innern Seite einen Bruch erlitten haben müssen, begreiflich. Durch einen auf diese Weise entstandenen Riss

musste das Wasser zu den Kohlenstoffmetallen dringen, bei hoher Temperatur und hohem Drucke auf dieselben einwirken und dabei „Metalloxyde" und „gesättigte Kohlenwasserstoffe" bilden. Die letzteren stiegen in Dampfform bis zu denjenigen Erdschichten empor, wo sie sich verdichteten und die lockeren Sandsteine, welche viel ölartige Producte aufzunehmen fähig sind, durchtränkten. Mit dieser Erklärung der Entstehung des Steinöles vertragen sich viele andere Naturerscheinungen: das Vorherrschen von Elementen von geringem Atomgewicht an der Erdoberfläche, die Verbreitung des Mineralöles in graden Linien oder in Bogen grosser Kreise, der Zusammenhang desselben mit dem Vulkanismus, welcher von vielen Forschern und besonders von Abich beobachtet war.

Zur Vervollständigung der Gastheorien sei noch erwähnt, dass H. Byassow — 1876 — und diesem fast anschliessend Cloëz die Bildung von Petroleum der Einwirkung von Wasserdampf, Kohlensäure, Schwefelsäure und Schwefelwasserstoff auf Eisen im Erdinnern zuschreiben; zumal nach Cloëz bei Einwirkung sehr verdünnter Säuren auf Gusseisen Producte entstehen, die „identisch mit dem Petroleum" sind.

Nach anderen Ansichten — Harper, Strippelmann — ist das Erdöl ein Product der langsamen Zersetzung grosser Massen organischer Körper, sowohl pflanzlichen als auch thierischen Ursprungs und die Neubildung von andern chemischen Verbindungen ihrer Elemente, welche in dem Erdöle und den damit ausströmenden Gasarten nachweisbar sind. Die nordamerikanischen Geologen namentlich Chr. Mosler halten dafür, dass es Anhäufungen von Seepflanzen, vorzüglich von Fucusarten und von ehemaligen thierischen Meeresbewohnern seien, welche das ursprüngliche Material zu dem Mineralöl dargeboten haben. In der That finden sich in zahlreichen Gesteinen verzweigte Abdrücke die bis vor Kurzem für Reste von Meeresalgen erkärt waren; seitdem aber neuestens sehr wahrscheinlich nachgewiesen ist, dass diese Fossilienspuren zum grössten Theile ehemaligen Wurmgängen entsprechen, ist die angezogene Anschauung ziemlich hinfällig geworden.

Es bleibt also nichts übrig als das Petroleum als ein Product thierischen Ursprungs aufzufassen; denn würde das Petroleum seine Entstehung Anhäufungen ehemaliger pflanzlicher Organismen verdanken, so müsste das Petroleum und Bitumen mit Kohlenflözen in Gemeinschaft sein, dies ist aber nur selten, und in den wenigen Fällen des Vorkommens ist die Entstehung des Erdöles aus Kohle doch keines Falls sicher, sondern den thierischen Resten zuzuschreiben, die in demselben Bildungsraume gelebt haben wie die Pflanzen, die die Bildung des Kohlenflözes veranlassten, obschon eine nur theilweise Mitwirkung der Pflanzen nicht ausgeschlossen ist.

Die Anschauung des thierischen Ursprungs des Erdöles vertreten, O. Fraas, K. Müller, A. Bertels, v. Höfer, zumal es eine bekannte Thatsache ist, dass die mit Petroleum und Bitumen durchtränkten Brandschiefer, Posidonienschiefer Schwabens, — Seite 58 — welche so bitumenreich sind, dass sich auf Grund derselben Oelfabriken gründeten und mit Erfolg arbeiten, überaus reich sind an Resten von Sauriern, Fischen und Mollusken aller Art, und dass dieses Bitumen unmöglich von vegetabilischen Einflüssen, die sich darin nur selten finden, abgeleitet werden kann. Für die Entstehung aus thierischen Organismen spricht noch, dass in manchen Rohpetroleumsorten Spuren Ammoniac, Trimethylamin und Isocyanbenzyl vorkommen, welche Verbindungen niemals aus pflanzlichen Organismen entstanden sein können; ferner das Vorkommen von Petroleum in abgestorbenen Korallenstöcken des todten Meeres.

An einzelnen Stellen der Erdrinde lässt sich heute noch die Bildung des Erdöles und Bitumen aus thierischen Organismen verfolgen, wie dies die Beobachtungen von Fraas an der Küste des rothen Meeres gelehrt haben. Der genannte Forscher fand Erdöl und Bitumen in dem Korallenriff — Seite 17 — des Djebel Zeit bei el Tor; dort ist dieser alte Korallenriff auf den porphyrischen Gesteinen der Küste angelagert und überragt das jetzige Meeresniveau um ein Bedeutendes. In einiger Entfernung vom Ufer verläuft das etwa 100 Schritt breite, sich noch fortbildende Strandriff, auf

diesem befinden sich Petroleumgruben in Form von Löchern, die in das Riff wenige Schritte vom Ufer entfernt eingegraben werden, so dass darin das Seewasser im Niveau des Meeresspiegels steht. Auf dem Wasser, aus dem sich widerliche Gase entwickeln, sammelt sich eine gräulich braune, riechende Flüssigkeit an, welche ganz augenscheinlich aus dem Korallenriff quillt und es mögen daher hier die eigenen Worte O. Fraas, aus seinem Werke „Aus dem Orient" folgen: „Mir fiel nicht ein, an irgend einen andern Ursprung des Oeles zu denken, als an den aus zersetzten organischen Körpern im Riffe selbst und in der Lagune. Das nächst dem Meere gelegene Riff erscheint, wie von Bitumen durchdrungen, das Oel schwitzt tropfenweise aus, und wird von dem Seewasser als spezifisch leichter nach oben genommen, auf welchem es schliesslich schwimmend stehen bleibt. Nur ein Theil der Gase, welche sich beim Verwesen der zahllosen, in der Lagune lebenden Thiere entwickeln, entweicht in die Luft, der andere condensirt sich zu schweren Kohlenwasserstoffen, die sich in das abgestandene Kalkriff hineinsetzen, in dem dortigen porösen Kalk noch weitere Condensation erfahren und einmal zu Oeltropfen coagulirt, in den Gruben des Riffes sich sammeln. Dass zugleich mit den Bitumen auch Chlornatrium (Kochsalz) sich findet, ist ein weiterer Beweis für den gemeinsamen Ursprung beider, aus der gesalzenen und zugleich an organischen Stoffen überreichen Lagune."

Es ist daher mit Sicherheit der Schluss zuzulassen, dass **„das Erdöl unter Mitwirkung der Erdwärme und des überaus hohen Gebirgsdruckes durch allmählige Destillation von Anhäufungen ehemaliger Meeresthiere entstanden ist."**

Die zuerst entweichenden Kohlenwasserstoffverbindungen verdichteten sich in den oberen kälteren Regionen zu „**Erdöl**", welches von den porösen Gesteinen in Folge ihrer physicalischen Beschaffenheit schwammartig aufgenommen wurde. Aus dem Erdöl ist eine gelbliche bis braune, sich leicht verflüchtigende und leicht brennende Flüssigkeit entstanden; als Residuen durch Verflüchtigung der leichteren Kohlenwasser-

stoffe hervorgebracht durch vulkanische Einflüsse bildete sich, die dicke, tiefe schwarz-braune Kohlenwasserstoffverbindung der **„Bergtheer oder Erdtheer"**; hat dabei gleichzeitig eine Oxydation des Petroleum stattgefunden, so wurde daraus die tiefschwarze feste Masse von muschligem Bruche der **„Asphalt"** und endlich gingen durch Verlust von Wasserstoff „gesättigte" Kohlenwasserstoffverbindungen des Erdöles in „ungesättigte" über, so bildet sich ein hellgelber, bräunlicher bis schwarzer Körper von wachsartiger Consistenz, das **„Erdwachs"**.

Es ist eine Fortbildung dieser Körper auch jetzt da nicht ausgeschlossen, wo eine Verdunstung angehäuften Petroleums ohne neue Zuströmung und Ersetzung der verflüchtigten leichten Kohlenwasserstofföle sich vollziehen kann.

Bemerkenswerth ist, dass in den oberen Erdschichten die zäheren Oele sich finden, während mit zunehmender Tiefe, sie immer dünnflüssiger und an Gasen reicher erscheinen. Es ist dies daraus erklärlich, dass die leichten Bestandtheile in den oberen Erdschichten mehr Gelegenheit haben, sich zu verflüchtigen, daher nur die zähflüssigen, paraffinartigen, an der Oberfläche in Berührung mit atmosphärischer Luft in Gestalt von Theer, Asphalt etc. zurückbleiben.

Durch diese höchst wichtigen Bedingungen, die zu allen Zeiten erfüllt werden konnten, erklärt sich das Erdölvorkommen in allen Formationen und Theilen der Erde (selbst im Torfmoos bei Downholland in Lancashire) und durch die leichte Beweglichkeit des Erdöles kann dieses seine Lagerstätte, innerhalb der geschichteten Erdrinde, leichter verändern als andere Mineralstoffe und seine veränderten Produkte, Bergtheer, Asphalt, Erdwachs sind daher nothwendiger Weise auch nicht in denjenigen Gesteinen gebildet, in welchen sie angetroffen werden, sie befinden sich auf secundärer Lagerstätte und hierin liegt der Hauptgrund, weshalb das geologische Vorkommen des Erdöles etc. so vollkommen von dem anderer Mineralkörper abweicht.

Ueber die Tiefen, in welchen die Bildungs- und Ursprungslagerstätten zu suchen sind, fehlen in der Gegenwart alle zuverlässigen Anhaltspunkte, da über die Mächtigkeitsentwicklung der einzelnen Formationen keine bestimmten Ziffern

vorhanden sind; jedenfalls ist aber auf grössere Tiefen zu rechnen.

Die Ansichten über die Entstehung der Steinkohlen, welche schon Theophrastus Eriseus — geb. 372 vor Christi auf Lesbos, gest. 287 — für Pflanzenkohle hielt und sie ἄνθραξ nannte, haben wie bei dem Steinöle in älterer Zeit sehr geschwankt. Selbst noch in unserm Jahrhundert sind die wunderlichsten Meinungen ausgesprochen worden; so ist die Steinkohle, (deren Name erst zu Agricola's eigentlich Bauer's — geb. 1490 zu Glauchau, gest. 1555 zu Chemmitz — Zeiten eingeführt wurde, weil er sie für eine mineralische Substanz hielt), eine eigene Gattung der fossilen Inflammabilien bildend, ein zersetztes und der Holzstruktur beraubtes Holz. Wälder, welche während Jahrtausenden Harz in ungeheuren Mengen abgesondert hatten, stürzten durch Erderschütterungen zusammen, oder Meere, welche sich reissend dahin einen Weg gebahnt hatten, rissen sie zu Boden; geschwefelte Metalle geriethen in Gluth, entzündeten das Harz und versetzten das Harz und die mit reichlichen Harzsäften angefüllten, kollosalen Bäume selbst in Gluth; die aufgerissene Erde verschlang sie immer mehr und mehr und erstickte die ausgebrochene Flamme; die saftreichen Gefässe zerrissen, die cylindrische Form des feuchten Holzes wurde zu fast horizontalen Flächen ausgedehnt; die Gluth ohne Flammentwicklung verhinderte die Verbrennung und gestattete nur einen Anfang der Verkohlung, wobei das aus den Gefässen quellende Harz eine Zusammensinterung und Verdichtung der Holzmassen bewirkte und die durch die Entzündung der Schwefelmetalle erzeugte Schwefelsäure modificirte oft die Verkohlung mannigfaltig, indem ein Theil halb reducirten Eisens die Kohle stellenweise in Form eines farbenspielenden Hauches überzog, während ein Theil unzersetzten Eisenvitriols in den verschiedenen Schichten des kohligen Holzes bei gesammten Luftzutritt wieder reducirt und als Schwefelkies eingesprengt, als Ueberzug und in Massen zurückblieb. — Bei dieser Entzündung bildeten sich Bergnaphtha, Bergöl, Bergtheer, Asphalt und die mannigfaltigen grossartigen Produkte der trocknen Destillation — Seite 60 —, welche zum Theil „durch Ueber-

schwemmungen" in ferne Gegenden geführt wurden. Poröse Erdmassen wurden von Erdharz durchdrungen und bildeten bituminöse Mineralien. — In den Wäldern, welche reichlich mit Animalien erfüllet waren, sind ohne Zweifel auch letztere ein Opfer geworden. Diese Verschiedenheiten, unter welchen die Metamorphosen erfolgten, die Art der Vegetation, die Beschaffenheit der Pflanzensäfte, die Gegenwart thierischer Körper, der Grad der Verkohlung und erzeugten Hitze mussten nothwendig verschiedene Resultate zur Folge haben, und man kann hierin allein vollkommen den Grund der Entstehung so verschiedener Steinkohlenarten suchen. Auch der Anthracit erzeugte sich hierbei; einige Arten desselben wahrscheinlich, indem durch die Hitze Koke in Gegenwart der oxydirenden Stoffe fast bis zu dem Zustande des „Carboneum" reducirt wurde, andere wie der fasrige Anthracit, welche den Steinkohlen häufig in dünnen Lagen überzieht, durch Verkohlung der dicken Baumrinde, des Bastes und der Gefässbündel, welche die Jahresringe trennen.

Heute bezweifelt Niemand mehr, dass die Steinkohlen von Pflanzen herstammen, dass sie Reste von Vegetationsmassen sind. Wohlerhaltene Stämme, Blätter, Früchte, Sporen — Seite 47 — in der Kohle selbst, häufig mit blossem Auge, nach geeigneter Behandlung leicht mit dem Mikroskope erkennbare Pflanzenstructuren beweisen die Ansicht und endlich lehrt das Experiment, dass unter geeigneten Vorsichtsmassregeln aus Holz Körper dargestellt werden können, welche die Eigenschaften und die chemische Zusammensetzung der Steinkohlen haben. So schmolz Cagniard Latour kleine Stäbe von bei 100° C. getrocknetem Holz (Eiche, Birke, Pappel, Buchsbaum) in Glasröhren ein und erhitzte in siedendem Quecksilber; sie verwandelten sich alsbald in eine schwarze Flüssigkeit, dann unter Aufwallen zu einem schwarzen der Steinkohlen ähnlichen Körper, der mit russender Flamme brannte. Einige dieser steinkohlenähnlichen Produkte blähten sich im Feuer auf, andere nicht. Eine aufblähende Kohle geben im Allgemeinen die jungen Hölzer, dann gewisse Holzgattungen vorzugsweise (so Tannen und Guajac) endlich auch gewisse Theile desselben

Holzes, so der Splint vom Maulbeer-Feigenbaum — Ficus Sycomorus Linn. —, während der Kern und die über 30 Jahre alten Hölzer eine nichtbackende Kohle gaben.

Violette wiederholte die Versuche aber mit bei 150° C. getrockneten Hölzern, die er einer von 20° zu 20° C. steigenden Temperatur aussetzte. Es zerfiel das Holz stets in gasförmige Verbindungen, die beim Oeffnen der Röhre mit Heftigkeit ausströmten, in eine schwach gefärbte, zuweilen klare, zuweilen milchige Flüssigkeit und in einen festen Rückstand. Bei den Zersetzungstemperaturen 160—200° C. glich dieser den Rothkohlen, bei 220—280° C. gewöhnlichen Holzkohlen und zeigten in beiden Fällen die Structur des Holzes. Bei einer Temperatur von 300° und darüber trat Schmelzung ein, während die Producte das Ansehen der Steinkohle annahmen und zwar bei 320° blasig, von 340° an dicht erschienen. Bei 400° enthalten sie kaum mehr flüchtige Bestandtheile und gleichen den Anthraciten. Violette bestimmte die Quantität der festen Produkte, welche 100 Gewichtstheile Holz liefern und ihre Zusammensetzung mit folgendem Ergebniss:

Zersetzungs-temperatur	Gewöhnliche Verkohlung	Zersetzung in geschlossenen Röhren
	Ausbeute in Procenten des Holzes	
160° C.	98,0%	94,4 rothkohlenartig
240° C.	50,8 „	83,0 schwarzkohlenart.
340° C.	29,7 „	79,1 steinkohlenartig

Die Zusammensetzung jener Produkte aus geschlossenen Röhren ergab sich in 100 Theilen wie folgt:

Zersetzungs-temperatur	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Asche
160° C.	49,02%	5,30%	45,53%	0,15%
240° C.	67,13 „	5,17 „	25,92 „	1,77 „
340° C.	77,07 „	4,70 „	14,04 „	3,84 „

Es ist also daraus zu ersehen, dass die Bildung einer steinkohlenhaltigen Masse stets Temperaturerhöhung und Umstände voraussetzt, unter denen die flüchtigen Produkte nicht entweichen können, aber bei Gegenwart von Wasser weniger hohe Temperatur erfordert als bei trocknen Hölzern.

Wie immer in geologischen Dingen ist auch das Anknüpfen an die Jetztzeit das beste Mittel um zum Verständniss zu gelangen. Um Einsicht zu gewinnen in die Vorgänge, unter welchen Pflanzenreste zu Steinkohlen wurden, bieten die Torfmoore analoge Vorgänge.

Den grössten Theil des Pflanzengewebes bildet die Holzfaser, im reinen Zustande ein Körper von constanter Zusammensetzung, aus Kohlenstoff, Wassersoff und Sauerstoff bestehend. Im Holz und in den älteren Zellwandungen ist sie gemengt und verbunden namentlich mit einem aus den Bestandtheilen des Saftes herrührenden Antheile stickstoffhaltiger Substanz und mit mineralichen Bestandtheilen, die nach dem Verbrennen als Asche zurückbleiben. Bei 100° C. getrocknetes Holz, das bei höherer Temperatur noch Wasser abgiebt, zeigt abgesehen von dem geringen Gehalte an Stickstoff und Asche, fast gleichmässig und gleichgültig, welchem Baum entnommen, eine Zusammetzung aus:

50	Gewichtstheilen	Kohlenstoff,
6	„	Wasserstoff,
44	„	Sauerstoff.
100		

Im Allgemeinen gehen bei der Verwesung vegetabilischer Reste bei Gegenwart der atmosphärischen Luft dieselben in Humussubstanzen über, d. h. die Zellen lösen sich aus ihrem Verbande, das Holz etc. fällt zu Pulver zusammen und bildet Dammerde; findet aber die Verwandlung bei sehr beschränktem Luftzutritt, Gegenwart von Wasser und gewöhnlicher Temperatur statt, so tritt eine langsame, nicht von Wärme und Lichtentwicklung begleitete Verbrennung, eine „Torfbildung“ ein; ein Theil des Kohlenstoffs bildet mit Sauerstoff Kohlensäure, ein anderer mit Wasserstoff Sumpfgas — Seite 61 — die als Gase entweichen, ausserdem tritt

Wasser aus der Verbindung aus und nebenbei bildet sich aus dem Stickstoff der Luft etwas Ammoniac. Da in der Kohlensäure — CO_2 — 1 Gewichtstheil Kohlenstoff $2^{2}/_{3}$ Gewichtstheile Sauerstoff; im Wasser — H_2O — 1 Gewichtstheil Wasserstoff 8 Gewichtstheile Sauerstoff; im Sumpfgas — CH_4 — auf 1 Gewichtstheil Kohlenstoff $^{1}/_{2}$ Gewichtstheil Wasserstoff kommt, so nimmt im Processe der Vermoderung — dem Torf etc. — der Gehalt an Sauerstoff und Wasserstoff ab, der an Kohlenstoff zu und möge hier eine formularische Entstehung des Torfes, der Braunkohle und der Splintkohle etc. statt finden, die aber keinen Anspruch auf Richtigkeit des complicirten wirklichen Vorganges machen kann. Für die Kohlenarten sind folgende empyrischen Formeln berechnet, bezogen auf das vierfache Atomgewicht der Cellulose, um den Zusammenhang zwischen den einzelnen Körpern nachzuweisen.

Cellulose 4 ($C_6H_{10}O_5$)	$C_{24}H_{40}O_{20}$
Torf	$C_{24}H_{32}O_{12}$
Braunkohle	$C_{24}H_{28}O_{10}$
Lignit	$C_{24}H_{22}O_{12}$
Pechkohle	$C_{24}H_{20}O_{3}$
Bituminöse Kohle	$C_{24}H_{20}O_{2}$
Steinkohle (Splintkohle)	$C_{24}H_{26}O$
„ (Cannelkohle)	$C_{24}H_{18}O$

Wird für Cellulose oder das Lignin die Formel — $C_6H_{10}O_5$ — oder — $C_{18}H_{22}O_{11}$ — angenommen, so lässt sich die Entstehung wie folgt ableiten:

	6 Atome	Cellulose	($C_6H_{10}O_5$) =	$C_{36}H_{60}O_{30}$
+	4 „	Sauerstoff	=	O_4
				$C_{36}H_{60}O_{34}$
—	8 „	Kohlensäure	(CO_2) =	$C_8\ O_{16}$
				$C_{28}H_{60}O_{18}$
—	6 „	Wasser	(H_2O) =	$H_{12}O_6$
				$C_{28}H_{48}O_{12}$
—	4 „	Sumpfgas	(CH_4) =	C_4H_{16}
				$C_{24}H_{32}O_{12}$ = Torf

1 Atom	Torf		=	$C_{24}H_{32}O_2$
— 2 „	Wasser	(H_2O)	=	H_4O_2
				$C_{24}H_{28}O_{10}$ = Braunkohle.

6 Atome	Cellulose	$(C_6H_{10}O_5)$	=	$C_{36}H_{60}O_{30}$
— 8 „	Kohlensäure	(CO_2)	=	$C_8\ O_{16}$
				$C_{28}H_{60}O_{14}$
— 13 „	Wasser	(H_2O)	=	$H_{26}O_{13}$
				$C_{28}H_{34}O$
— 2 „	ölbildendes Gas	(C_2H_4)	=	C_4H_8
				$C_{24}H_{26}O$ = Splintkohle.

1 Atom	Splintkohle		=	$C_{24}H_{26}O$
— 2 „	ölbild. Gas	(C_2H_4)	=	C_4H_8
				$C_{20}H_{16}O$ = Cannelkohle.

2 Atome	Lignin.	$(C_{18}H_{22}O_{11})$	=	$C_{36}H_{44}O_{22}$
— 9 „	Kohlensäure	(CO_2)	=	$C_9\ O_{18}$
				$C_{27}H_{44}O_4$
— 3 „	Wasser	(H_2O)	=	H_6O_3
				$C_{27}H_{38}O$
— 3 „	Grubengas	(CH_4)	=	C_3H_{12}
				$C_{24}H_{26}O$ = Splintkohle
— 2 „	ölbild. Gas	(C_2H_4)	=	C_4H_8
				$C_{20}H_{18}O$ = Cannelkohle.

Da ja nicht alle Torf- und Kohlenarten eine gleiche Zusammensetzung haben, so wird die Zunahme an Kohlenstoff von der relativen Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure und des Sumpfgases abhängen; jemehr von ersterer und dem Wasser ausgeschieden wird, je weniger Sauerstoff ist im Rest vorhanden. Geht dieser Prozess lange fort, wobei Erhöhung der Temperatur die Länge der Zeit ersetzen kann, so muss der Rest immer reicher an Kohlenstoff und immer ärmer an Sauerstoff werden. Durch die chemische Analyse lässt sich nachweisen, dass folgende schematische Reihe dem thatsächlichen Geschehen entspricht.

Es enthält an Gewichtstheilen:

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff
Holz — Cellulose . . .	52,65 %	5,25 %	42,10 %
Torf	55,65 „	6,00 „	38,35 „
Torf von Vulcaire . . .	60,44 „	5,96 „	33,60 „
Lignit	66,96 „	5,27 „	27,76 „
Braunkohle, erdige . . .	74,20 „	5,89 „	19,90 „
Steinkohle — secundäres Gebirge	76,18 „	5,64 „	18,07 „
Steinkohle — Kohlenformation	90,50 „	5,05 „	4,40 „
Anthracit von Lehigh (Pensylvanien)	94,20 „	2,50 „	3,30 „
Anthracit von der Isère (Frankreich)	95,80 „	1,50 „	1,70 „

In allen diesen Produkten der Vermoderung der Pflanzen wird immer ein geringer Gehalt an Stickstoff und je nach den Umständen ein grösserer oder geringerer Gehalt an Asche vorhanden sein. Im Torf wechselt die Zusammensetzung und die Menge der Asche je nach dem ursprünglichen Material, je nach der Menge und der Beschaffenheit der Stoffe, welche das Wasser gelöst oder aufgeschwemmt herbeiführt. je nach der Menge des zugewehten Staubes und je nach der Stärke der Auslaugung, den die ursprüngliche Pflanzensubstanz erfuhr. Der Torf kann also mehr oder weniger und andere Aschenbestandtheile liefern als die Pflanzen aus denen er entstanden ist. Aehnlich verhält es sich mit der Asche der Braunkohle, Steinkohle und Anthracit, die Schwankungen sind hier ebenso gross als im Torf.

Wo die Gestalt und Beschaffenheit der Erdoberfläche den dauernden Bestand einer seichten, stehenden (nicht fliessenden) Wasserschicht und zugleich die Bedingung der Entwickelung von Vegetationen möglich gemacht hat und macht, so ist nach dem Absterben der Pflanzen die Bedingung ihrer Verwesung unter Wasser, mithin die Bedingung der Torf-

bildung gegeben und namentlich sind ausgedehnte Flächen mit muldenförmigen Einsenkungen von nicht grosser Tiefe in welchen sich stehende oder langsam fliessende Gewässer durch atmosphärische Niederschläge, durch aus dem Boden aufsteigende Quellen oder durch Schmelzen des Eises in Eisfeldern bilden, vorzugsweise die Orte der Torfmoore.

Das vegetative Leben im Wasser und die Torfbildung beginnt nach Heer mit dem Auftreten von Algen, welchen die Schlauchkräuter — Utricularien — mit ihren niedlichen kleinen Luftbechern folgten; Laichkräuter und Myriophyllen entstehen am Grunde der Gräben und Teiche, und vom Ufer her rückt das Schilfrohr in das Wasser hinein; Binsen und Wollgräser bilden ein dichtes Wurzelgeflecht, allmälig über den ganzen Graben sich hinziehend und denselben zuschliessend, die Gräben und Sümpfe werden nachgerade von vegetabilischen Massen erfüllt. Torfmoose, welche immer noch wachsen, fortwuchern, ziehen das Wasser schwammartig aus der Tiefe heraus und halten den Boden nass. In ihrem feuchten, weichen Polster nistet sich der Fieberklee ein, die Moosbeere und die Andromeda, die Verkündigerin eines Torfgrundes. Auf dem geschlossenen Grunde findet sich die Birke und dann die Föhren ein; Rohtannen gedeihen nicht, auch Föhren werden nicht gross. Die gross gewordenen Bäume sinken in den weichen Unterlagen ein, stürzen um und vertorfen. Der Torf besteht daher aus Moosen, Sumpf- und Wasserpflanzen, namentlich Sumpfgräsern und Binsen, und aus Holzpflanzen und zwar in Mitteleuropa aus 35 Moosarten, 15 andere Kryptogamen, 36 Arten Monocotylen und 10 Arten krautiger Dicotylen. Nach Darwin geht in Südamerika gar keine Moosart in den Torf ein und sind da Asteria pumila und Zostera maritima vorwaltend. Es kommt aber auch vor, dass umgekehrt der Wald der Torfbildung vorangeht, wenn der Abfluss des Wassers aus dem Walde gehemmt, dadurch Wasservegetation veranlasst wird und Waldmoose sich bilden. Die Bäume sterben dann ab und fallen um, der Waldboden wird in Torfboden verwandelt. Auf diese Weise kommt es, dass in manchen Torfmooren im Grunde Eichen, Buchen und Tannen liegen.

Dieselben Bedingungen, welche die Umwandlung der Pflanzensubstanz im Torf ermöglichen, sind auch nöthig, wenn aus Pflanzensubstanz Braunkohle und Steinkohle entstehen soll und mögen daher hier kurz im Allgemeinen vier Ausbildungs- und Entwickelungsstadien, wie sie angenommen werden können, folgen.

Im ersten Stadium der Zersetzung der Pflanzensubstanz zeigt diese noch mehr oder weniger deutlich das Gefüge ihrer Mutterpflanzen und enthält neben der sich entwickelnden Kohle noch Humussubstanzen, humussaures Ammoniak und wachsharzige Körper, welche mit den vorhergehenden untermischt sind. In diesem Zustande, in welchem sie mit Aetzkali erhitzt Ammoniak entwickeln und braunes humus- oder geïnsaures Kali geben, bilden sie die **Torfsubstanz, Torfkohle.**

Im **zweiten Stadium** der Zersetzung nehmen die Humussubstanzen und das humussaure Ammoniak ab, es bilden sich bituminöse Substanzen, wobei zugleich mehr und mehr die Pflanzenstructur der verkohlenden Masse verschwindet. In diesem Zustande, in welchem sie mit Aetzkali zwar noch braunes geïnsaures Kali giebt, aber kein Ammoniak mehr entwickelt, bildet die verkohlende Masse die **Braunkohle.**

Im **dritten Stadium** der Verkohlung verschwinden die Humussubstanzen und das Pflanzengefüge ganz, so dass jetzt Aetzkali mit der Kohle keine braune Lösung mehr geben kann. Aus den bis jetzt noch immer durch Humussubstanzen und Wachsharz verunreinigten, bituminösen Erdharzen werden reine, aromatisch riechende Erdharze, so dass die Kohle beim Verbrennen einen nicht mehr talgartig harzigen, d. i. bituminösen, sondern einen rein aromatischen Geruch von sich giebt. Aus der Braunkohle ist jetzt **Schwarz-** oder **Steinkohle** geworden.

Im **vierten Stadium** endlich verliert die verkohlende Substanz auch ihren Erdharzgehalt vollständig, so dass sie eine reine, nicht mehr brennende, riechende und dampfende Kohle bildet; in diesem Zustande ist es die **Glanzkohle** oder der **Anthracit** — Seite 63 — es ist also dasjenige Product, in welchem

der Zersetzungsprocess, durch welchen Braun- und Steinkohle sich bilden, sein Ende erreicht hat.

Modificirt wird das Ergebniss der Processe durch die Länge der Zeit, für die es keinen Maassstab giebt, denn die Zeit hat in der Geologie dieselbe Bedeutung, welche der Raum in der Astronomie hat (Bischoff berechnete die Zeit, welche seit der Kohlenbildung vergangen ist, auf 6 Millionen Jahre); durch den Druck des Auflagernden, der das Entweichen gasförmiger Producte hindernd, das Verbleiben eines Theiles derselben in dem Rückstande bewirkt; endlich durch die Verschiedenheit der Pflanzen, aus denen die jetzigen Torfmoore und die älteren Kohlenlager entstanden. Wie weit die Art der Pflanzen auf die Beschaffenheit der aus solchen hervorgegangenen Kohlen, namentlich Braunkohlen von Einfluss gewesen ist, darüber ist etwas Bestimmtes noch nicht ermittelt worden, als dass die Coniferen, welche ihres Harzgehaltes wegen der Maceration weniger schnell unterworfen sind, als die Laubhölzer oder gar die Torf- oder Wasserpflanzen, vorzugsweise die Lignite, die lignitische Pechkohle und bei einer vorgeschrittenen Zersetzung bitumenreiche — Retinit oder Bernerde haltige — erdige und gemeine Braunkohlen geliefert haben, vorausgesetzt, dass die Ablagerungsverhältnisse diesen Bildungen nicht entgegen waren.

Die Bedingungen, unter welchen Kohlenablagerungen stattfanden, sind seit der Silurformation vorhanden gewesen, denn wir treffen Kohlenflöze in dieser und in allen folgenden Formationen bis zum Diluvium. Die Steinkohlen und die Tertiär- oder Braunkohlenperiode lieferten das meiste Pflanzenmaterial zur Kohlenbildung, die dazwischen liegenden Epochen weit weniger.

In der Zeit, wo die Bildung der Steinkohle stattfand, also in den Epochen vor der Kreide, war die erstarrte Kruste des Planeten noch dünn und die Wärme desselben noch so hoch, dass Unterschiede des Klimas und Wechsel der Jahreszeiten dagegen verschwanden; dabei war aber die Erkaltung doch weit genug vorgeschritten, um dem Niederschlage der Wasser in reichem Maasse Raum zu geben. Andererseits

hatten sich zwar noch nicht die grossen Hebungen, aber die Reaction des flüssigen Erdinnern gegen den Kern so weit geltend gemacht, dass die noch continentlose Erdkruste aus der allgemeinen Umfluthung in zahlreichen zerstreuten Inseln hervortauchte. So war der Boden beschaffen, auf dem die organische Welt ins Dasein treten sollte, deren Reste die Steinkohlen sind. Cotta beschreibt nun die Entstehung der Kohlengruppe folgendermassen:

„Die Oberfläche der Erde hatte sich allmälig mehr und mehr befestigt, das Land begann immer mehr sich von dem Wasser zu sondern, d. h. es wurden grosse Flächen erhoben. auf denen eine reiche kryptogamische Vegetation — Seite 46 — sich entwickelte, begünstigt durch die noch sehr gleichmässig hohe Temperatur und durch Feuchtigkeit der kohlensäurereichen Atmosphäre. Noch ragten aber keine Berge zu grossen Gebirgen empor und in Folge davon waren kaum Quellen und Flüsse vorhanden. Das aus unzähligen grösseren und kleineren Tafeln bestehende Land war vielmehr überall vielfach von stagnirendem Wasser bespült, theils vom zusammenhängenden Ocean, theils von Landseen, welche mitgehoben waren und keinen Abfluss fanden. Das Alles wirkte auf eine üppige Vegetation hin; namentlich scheinen in den flachen ausgesüssten, allmälig verdunsteten Landseen sich unermessliche Torfbildungen entwickelt zu haben, deren Ränder und später sich befestigende Oberflächen ganze Wälder von baumförmigen Sigillarien, deren Wurzeln, die Stigmarien auf Torfgrund deuten, Lycopodien, Schachtelhalme und Farnkräuter trugen. Erdbeben und in Folge davon Ueberströmungen des Meeres oder gewaltige Regengüsse führten von Zeit zu Zeit neues Wasser, losgerissenen Sand und Thon in diese Becken hinein, die mineralischen Theile lagerten sich auf dem Torfe ab und in dem zurückbleibenden verdunstenden Wasser begann die Vegetation aufs Neue. Durch öftere Wiederholungen solcher Vorgänge erklären sich alle die oft sehr zahlreich übereinandergehäuften Kohlenflöze — Seite 48 —, deren Gesammtheit oft beckenartige Vertiefungen der Erdoberfläche ausfüllt. Fast stets findet man in ihnen über den festen, aus Torf entstandenen Kohlenlagern Schichten

von Kohlenschiefer, Schieferthon oder Sandstein mit Resten von Landpflanzen, welche auf der Oberfläche oder an den Rändern der Torflager gewachsen sind; dann folgt wieder ein Kohlenlager u. s. w. War ein solches See- oder Torfbecken endlich bis zum Rande mit Schichten gefüllt, so hörte die Kohlenbildung in ihm auf.

Einige Kohlenlager, welche sich jedoch immer von jenen unterscheiden werden, können aber auch durch Anhäufung von vom Wasser zusammengeschwemmten Pflanzentheilen im Meerbusen, durch bedeckte Fucusbänke oder durch blosse Bedeckung dichter Waldstrecken entstanden sein."

Grosse Anhäufungen von Treibholz finden sich noch gegenwärtig und sind bei den Meeresströmungen Nordamerika's und Sibiriens eine gewöhnliche Erscheinung. Der Mackenziefluss liefert besonders ausgezeichnete Beispiele; es müssen dessen Anhäufungen schon seit urlanger Zeit stattgefunden haben, da an seinen Ufern oft Lagen von bituminosem Holze entblösst werden, welche mit Thon, Sand, zerreiblichem Sandstein und Geröllschichten abwechseln. An der Küste von Banks-Land ist nach Armstrong unter 74° nördlicher Breite, das diluviale Treibholz zu förmlichen Bergen angehäuft. Stämme, Aeste und Zweige sind mit Lehm gemengt und bilden 300 Fuss über dem Meeresspiegel liegende Lager auf Sand und Gerölle abgesetzt und doch ist die Annahme der Bildung der Steinkohlen durch Anhäufungen von Pflanzen, die vom Lande herangeschwemmt wurden unwahrscheinlich und die Berechnungen Elie de Beaumont's lassen keinen Zweifel mehr, dass sich die Steinkohlen aus Anhäufungen wirklich andauernder Vegetation gebildet haben.

Die Berechnungen gründen sich darauf, dass Steinkohle im Mittel 85%, frisches Holz aber nur 35% Kohlenstoff enthält. Ein Theil Holz würde daher, wenn diese Gesammtmenge in Steinkohle verwandelt wurde, 0,4235 Theile davon geben. Das specifische Gewicht des Holzes ist im Mittel = 0,700, das der Steinkohle 1,300; diese verhält sich daher zu jenem wie 1 : 0,5385.

Eine Schicht Holz ohne Zwischenräume würde demnach im Verhältniss von 1 : (0,5385 X 0,4235) abnehmen, mithin nur 0,2280 Steinkohle bilden. Eine Hektare Stangenwald wiegt 59 400 Kilogramm und würde bei einem specifischen Gewichte im Ganzen 84,86 Cubikmeter Holz geben, was auf einem Hektare ausgebreitet, eine ununterbrochene Schicht ohne Zwischenräume von 0,008 486 Mächtigkeit geben würde. Dieses mit 0,2280 multiplicirt würde 0,001 935 Meter gleich sein — oder ein Stangenwald von 25 Jahren würde eine Steinkohlenschicht von 2 Millimeter geben. Ein Hochwald enthält höchstens 3 mal mehr Holz als ein Stangenwald, daher kann man annehmen, dass ein solcher eine Steinkohlenschicht von 6 Millimeter vorstelle. Man kann ferner annehmen, dass geklaftertes Holz, wie es in einem Floss enthalten sein würde, zur Hälfte aus leeren Zwischenräumen bestände; es würde demnach auf Steinkohle reducirt 0,5 X 0,2280 = 0,1180 Steinkohle geben, d. h. eine Schicht, die noch nicht einmal ein Achtel der Dicke des Flosses haben würde. Eine Steinkohlenschicht von 1 Meter Mächtigkeit würde demnach ein Floss von 8.76 Meter verlangen, die grosse Schicht von 30 Meter Mächtigkeit im Aveyron-Becken setzt ein Floss von 263 Meter voraus. Rechnet man nun noch hinzu, dass die Steinkohle von Pflanzen herkommt, deren Stämme meist nur eine mehr oder minder dicke Rindenschicht und ein laxes, hohles Innere darboten, so müsste man die Flösse noch vielleicht um das doppelte oder dreifache höher anschlagen und ein Floss von 788 Meter Höhe ist doch nicht möglich zu denken und so bleibt nur die Annahme übrig, dass die Steinkohlen aus Pflanzen gebildet wurden, die an Ort und Stelle gewachsen waren und wie das auch die häufige Erscheinung aufrechtstehender Stämme beweisen — Seite 46 —.

In unserer **Bacillenperiode** ist es ja nichts Auffallendes, dass ein ingeniöser Kopf annimmt, dass auch in ältester Zeit Bacillen ihr unheimliches Wesen trieben und zur Zerstörung üppiger Wälder beitrugen und es ist vielleicht die Zeit nicht fern, dass auch ein Petroleumbacillus entdeckt wird. Mathieu Williams erklärt im Journ. of Scienc. 1880 die Bil-

dung der Steinkohle durch Umwandlung zusammengeschwemmter Baumstämme unter Wasser folgend:

„Wenn Bruchstücke junger Coniferen im Wasser liegen, so entwickelt sich daran der Erreger der Buttersäuregährung **Bacillus Amylobacter,** welcher die Gewebe angreift und die Zellenmembran unter Buttersäurebildung völlig auflöst, bis schliesslich von der ganzen Wurzel nur die Cuticula und die Gefässe übrig bleiben. Zugleich hinterlässt der Bacillus im Innern des zerstörten Organes sichtbare Spuren seiner Thätigkeit. Man findet in den Lücken des Gewebes dünne Fäden in lebhafter Theilung, einzelne Stäbchen, welche sich krümmen oder eine glänzende Spore am Ende tragen. Nach beendeter Zersetzung findet man in der die verschwundenen Zellen ersetzenden Flüssigkeit eine sehr grosse Anzahl feiner Sporen zusammengeballt oder frei herumschwimmend. Ph. v. Tieghem hat nun in Dünnschliffen, welche von B. Renault aus Gesteinen der Steinkohlenformation hergestellt wurden, sehr zahlreiche Coniferenwurzeln gefunden, welche grosse Aehnlichkeit mit Taxus und Cypressen haben. Dabei wurde dieselbe Zerstörung der Gewebe beobachtet, welche als letzten Rest nur die Cuticula und die Gefässe zurücklassen, in dem sich dieselben Spuren fanden, von der lebhaften Entwicklung des Bacillus im Innern der angegriffenen Organe als dünne, in Glieder getheilte Fäden oder gekrümmte Stäbchen, von welchen oft jedes eine Spore trägt, oder aber zahllose freie Sporen, welche theils als wolkige Flocken in der die Lücken ausfüllenden Kieselsäure eingebettet, theils an der Cuticula und den Gefässen angeklebt sind. In den Sümpfen der Steinkohlenperiode sind demnach die Pflanzen durch denselben Organismus zerstört, als dieses noch heute geschieht.“

P. Fr. Reinsch kommt in seinem höchst interessanten Werke „Neue Untersuchungen über die Microstructur der Steinkohle des Carbon, des Dias und Trias“ zu dem Schlusse, dass die Steinkohlen weder von Meerespflanzen — **Tangtheorie** — noch von Landpflanzen abstammen und es muss nach den microscopischen Untersuchungen als erwiesen angesehen werden, dass die microscopischen Partikel, aus welchen die ungeheuer überwiegende Hauptmasse der Steinkohle zu-

sammengesetzt ist, Zersetzungsreste der von ihm nachgewiesenen Protoplasmagebilde sind; dass die gegen die Hauptmasse verschwindend geringen und wenig zersetzten Ueberreste von Gefässpflanzen nicht von massigen und am wenigsten von holzigen Pflanzentheilen abstammen können.

Das Gleichbleiben der Zusammensetzung der Flöze aus constanten Gebilden und deren Anordnung in den Microflözen gegenüber öfterem Wechsel der carbonischen Landpflanzenflora vom unteren Carbon an, beweisst die Unabhängigkeit der Kohlenflözbildung von der Vegetationsdecke des Festlandes.

Die Erdoberfläche war zur Tertiärzeit — Braunkohlenzeit — viel unebener, die Zahl der Hügel und Berge, sowie der Meere, Seeen, Flüsse, Bäche etc. eine weit grössere, als jetzt, seitdem die Diluvialfluthen so mächtig nivellirend eingewirkt haben. An Gelegenheit zur Bildung von Kohlendepots fehlte es nicht; die Hauptlagerungs- resp. Bildungsorte der Pflanzenstoffe, welche bei dem zur Tertiärzeit herrschenden tropischen und subtropischen Klima, bei der mit Wasserdünsten reichlich gesättigten Atmosphäre in grossen Massen producirt und bei der hohen Temperatur schnell wieder zersetzt wurden, waren Sümpfe, Moräste, Moore, Binnenseen, sowie Meeresbuchten, Flussdeltas.

Die angehäuften Pflanzenreste wurden von verschiedenen Gebirgsmassen, welche von nah und fern herbeigeschwemmt wurden, wie bei den Steinkohlen, allmälig oder auch auf einmal bedeckt und auf diese Weise der Zerstörung durch Atmosphärilien entzogen.

Das Relief der Localitäten, an welchen die Kohlenablagerungen etc. vor sich gingen, musste natürlich die Gestalt derselben bestimmen. Je nachdem es grössere oder kleinere Vertiefungen (Mulden) des Bodens waren, entstanden bei hinreichendem Materiale mächtigere oder schwächere Kohlenschichten der Flöze, je nachdem eine Schlucht oder eine Ebene die Absätze aufnahm, formirten sich stockförmige Massen oder weit ausgedehnte gleichförmige Lagen von Braunkohle.

Was den Einfluss der die Braunkohlenflöze bedeckenden und unterteufenden Gebirgsmassen auf die Beschaffenheit der

Kohle betrifft, so scheinen unter sandigen, kiesigen etc. Schichten, welche bei ihrer Lockerheit den atmosphärische Luft mit sich führenden, macerirenden Tagewassern Zutritt zu den Pflanzenablagerungen gestatteten, vorzugsweise mehr oder weniger erdige Braunkohle, zwischen Thon, Letten, Kalk, Mergel, Sandstein dagegen, welche die zersetzenden Gewässer mehr oder weniger abhielten und das Entweichen flüchtiger, bituminöser Verbindungen mehr oder weniger hinderten, hauptsächlich Lignit, Pechkohle etc. sich gebildet zu haben.

Das auch der Druck, welchen das abgesetzte Pflanzenmaterial erfahren, ein sehr wesentliches Moment für die Bestimmung der Qualität der aus demselben hervorgegangenen Kohle gewesen ist, unterliegt keinem Zweifel.

Bei der langen Dauer der Bildungsperiode der meisten Braunkohlenlager, insbesondere starker und derjenigen mit mehreren übereinanderliegenden Flözen, änderten sich die geologischen Verhältnisse der Erdoberfläche, sowohl die Beschaffenheit der die betreffenden Lagen der angehäuften Pflanzenstoffe bedeckenden Medien, als auch die Vegetationsbedingungen: Klima, Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre, Bodenverhältnisse etc. und somit der Character der Vegetation, so dass die Pflanzen, welche das Material zu der Braunkohle lieferten, am Ende der Uebergangszeit gewöhnlich wesentlich andere waren, als bei dem Beginne derselben. Natürlich mussten diese Veränderungen der genetischen Beziehungen eine bedeutende Wirkung auf die Eigenschaften und Zusammensetzung der gebildeten Braunkohle äussern und führen daher die jüngeren Flöze gewöhnlich andere Kohlenarten als die älteren.

Sind unter denselben Verhältnissen wie sie zur Bildung der Braunkohlen und Steinkohlen gehören, gleichzeitig Pflanzen- und Thierkörper in Massen zur Zersetzung gekommen, so waren die Bedingungen zur Bildung der Bituminolithe gegeben.

IV. Allgemeine Betrachtungen über Fossilien. Physicalische Eigenschaften; chemische Zusammensetzung; Verhalten der Fossilien in der Hitze; trockne Destillation; fractionirte Destillation.

---

1. Eigenschaften und Zusammensetzung des rohen Erdöles.

Das aus verschiedenen Orten abstammende rohe Steinöl ist in seinen Eigenschaften oft ungemein verschieden.

Das meiste rohe Oel — Crude Oil — ist dunkelgrünlich oder bräunlich bis nahezu schwarz und die Färbung ist um so dunkler, je höher das spezifische Gewicht ist und umgekehrt; es ist gewöhnlich trübe und kann nur nach vorhergegangener Raffination als Leuchtstoff gebrannt werden. Das zu Smith's Ferry in Pensylvanien zu Tage kommende Oel und manche Oele in Persien sind jedoch so klar und rein wie raffinirtes Oel und können ohne Weiteres vom Brunnen weg gebrannt werden. Selbst eine Mischung dieses Oeles mit der gleichen Menge von gewöhnlichem rohen Oele brennt noch gut und gleicht dem Walfischthran. —

Einzelne Rohöle zeigen auch ein eigenartiges blaues Schillern, welches theilweise auf Paraffingehalt schliessen lässt. Auch in Betreff des Geruches sind die Unterschiede bedeutend, der Geruch ist meist durchdringend und widrig und sind die canadischen, westindischen und südamerikanischen Oele im Allgemeinen stinkender als die der Vereinigten Staaten von Nordamerika, der asiatischen und europäischen Länder.

Der Geruch des canadischen Oeles ist so abscheulich, dass beim Oeffnen des Stöpfels einer damit gefüllten Flasche ein ganzes Zimmer damit verpestet werden kann.

Der Geruch ist aber nicht den Oelen eigenthümlich, sondern rührt von beigemengten Schwefelverbindungen — Schwefelkohlenwasserstoff-Verbindungen — her; vielleicht auch von Phosphor- und Arsen-Verbindungen, welche H. Hirzel und N. Tate im canadischen Oele gefunden haben; es zeigt sich ferner, dass, je dünnflüssiger die Oele, von desto weniger schlechtem Geruche dieselben sind.

Die Oele sind leichter als Wasser und schwankt ihr specifisches Gewicht zwischen 0,750 + 0 950 = 58—17 Beaumé und ist wohl das schwerste das aegyptische = 0,953.

Die Beaumé'schen Grade werden in den Oelregionen für die Praxis als genügender Behelf gebraucht, um die Natur des Oeles und dessen Werth zu bestimmen und zwar entsprechen in der nachstehenden Tabelle die Grade folgenden specifischen Gewichten:

Tabelle der Grade der Beaumé'schen Scala
für Flüssigkeiten leichter als Wasser bei $12^1/_2{}^0$ Cels.

Grade	specifisches Gewicht	Grade	specifisches Gewicht	Grade	specifisches Gewicht
10	1.000	27	0.894	44	0.809
11	0.993	28	0.889	45	0.804
12	0.986	29	0.883	46	0.800
13	0.980	30	0.878	47	0.796
14	0.973	31	0.873	48	0.791
15	0.966	32	0.867	49	0.787
16	0.960	33	0.862	50	0.783
17	0.953	34	0.857	51	0.778
18	0.947	35	0.852	52	0.774
19	0.941	36	0.847	53	0.770
20	0.935	37	0.842	54	0.766
21	0.929	38	0.837	55	0.762
22	0.923	39	0.832	56	0.758
23	0.917	40	0.828	57	0.754
24	0.911	41	0.823	58	0.750
25	0.906	42	0.818	59	0.746
26	0.900	43	0.813	60	0.742

Specifische Gewichte verschiedener Rohölsorten nach Beaumé Graden.

Enniskellen, Westcanada	42-43° B.	Starawies, West-Galizien	38-43° B.
Oil Creek, Pensylvanien	43-47 „	Ropica ruska „ „	35-40 „
Franch-Creek, „	28-31,5 „	„ polska „ „	38 „
Alleghain River, „	34-39 „	Harclowa, „ „	24-30 „
Pit-hole-Creek „	49,5-57 „	Lecyny, Ost-Galizien	30-35 „
Mecca Oil, Ohio	26-28 „	Ropianka, „ „	35-54 „
Burning-Spring, West-Virginien	42-43 „	Boryslaw, „ „	36-50 „
New Braunschweig	23-36 „	Starunia, „ „	32-40 „
New York	43-47 „	Plowce, „ „	26-30 „
Californien	38-41 „	Walachei	35-37 „
Baku, Kaukasus	25-35 „	Lobsan, Elsass	33-36 „
Tiflis, „	32-36 „	Pechelbronn, „	38-40 „
Ragoon, Indien	26-23 „	Oedesse, Hannover	34-36 „
Klenczany, West-Galizien	49-50 „	Oberg, „	18-26 „
Librantowa, „ „	46-48 „	Sehnde „	20-30 „

Je nach dem Ursprunge entwickeln manche Oele schon bei gewöhnlicher Temperatur, andere beim Erwärmen, zuweilen erst bei 26°, 32° oder selbst bei 40° Cels. Gas; wiederum entwickeln andere gar kein Gas; von diesen Gasen und von leicht flüchtigen Kohlenwasserstoffen hängt die Explodirbarkeit resp. Feuergefährlichkeit ab, denn mit atmosphärischer Luft im Verhältniss von Wasserstoff zu Sauerstoff, wie sie Wasser bilden, also von 2:1 gemischt, geben die Gase knallgasartige Mischungen; die Explosion ist aber nie in Art des Schiesspulvers etc., wenn es mit einem brennenden Streichhölzchen in Berührung gebracht, sondern schlimmsten Falles haben diese Sorten die Eigenschaft beim Hineinhalten eines brennenden Körpers, sofort in Brand zu gerathen. In manche Sorten von Steinöl kann aber auch ein brennendes Hölzchen hineingetaucht werden, ohne dass eine Entzündung stattfindet, wenn nicht eben das Oel bis zu dem Punkte erhitzt ist, wo es Dämpfe zu bilden beginnt.

Die mit dem Steinöl gleichzeitig vorkommenden Gase — Seite 20 u. f. — und die aus dem Steinöl entweichenden Gase sind mannigfaltig untersucht und haben nachstehende Resultate ergeben:

Zusammensetzung der Erdölgase.

Orte in Pensylvanien	Burns	Leechburg	Harvey	Cherrytree	West-Bloomfield
Grubengas (Sumpfgas) $C\ H_4$	75,44%	89,65%	80,11%	60,27%	82,41%
Leuchtende Kohlenwasserstoffe $C_n\ H_{2n}$	2,94 „	—	0,56 „	—	—
Aethylen $C_2\ H_4$	18,12 „	4,39 „	5,72 „	6,80 „	—
Propylen $C_3\ H_6$	—	Spur	Spur	Spur	—
Kohlensäure $C\ O_2$	0,34 „	0,35 „	0,66 „	2,28 „	10,11 „
Kohlenoxyd $C\ O$	Spur	0,26 „	Spur	—	—
Sauerstoff	—	—	—	0,83 „	0,23 „
Stickstoff	—	—	—	7,32 „	4,31 „
Verlust	—	—	—	—	—
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Specifisches Gewicht	0,6148	0,5580	0,5119	—	—
Wärmeeinheiten	14211	14 105	15597	—	—
Pyrometrischen W.-Effect	2745°	27 46°	2763°	—	—
	S. P. Sadler.				Würtz.

Der Ausdehnungscoefficient der Oele schwankt nach den specifischen Gewichten, resp. wechselt nach dem Gehalte an Naphtha und beträgt bei 15° C.:

Unter	0,700	specifischem	Gewichte	= 0,00090
Ueber	0,700—0,750	„	„	= 0,00085
„	0,750—0,800	„	„	= 0,00080
„	0,800—0,850	„	„	= 0,00070
„	0,850	„	„	= 0,00068

Dieser Ausdehnungscoefficient ist wichtig für die Berechnung des leeren Raumes, welchen das Oel in dem Kessel einnimmt, nämlich V × K × 60, worin V das Volum des Oeles und K der Ausdehnungscoefficient bei 60° Temperatur bezeichnen.

Das Rohöl hat eine elementare Durchschnittszusammensetzung von:

Kohlenstoff	85,00%
Wasserstoff	15,00 „
	100,00

und zwar:

Erdöle aus:	Kohlenstoff	Wasserstoff
Pensylvanien	84,68%	15,32%
Baku	85,85 „	14,51 „
Persien	83,88 „	16,12 „
Italien	85,30 „	14,70 „
Pechelbronn	86,60 „	13,40 „

Beim Erhitzen des Oeles spaltet sich dasselbe bei verschiedenen Temperaturen in leichter und schwerer siedende Kohlenwasserstoffe und einen koksartigen Rückstand.

Das Erdöl ist also ein Gemisch verschiedener Kohlenwasserstoffe „der Sumpfgas- und Aethylenreihe", wie sich bei der Destillation ergiebt, denn es geht nicht die Flüssigkeit bei derselben Temperatur über, sondern es wechseln aufsteigend die Siedepunkte und damit die Eigenschaften der übergegangenen Flüssigkeiten — des Destillates —; es handelt sich also bei der Destillation des Steinöles nicht um eine

gewöhnliche Destillation, sondern um eine Trennung — ein gesondertes Auffangen — weniger flüchtiger Körper von flüchtigeren, bei verschiedenen Temperaturen, einer Operation, welche bezeichnet wird als:

Fractionirte Destillation.

Wird ein Gemisch zweier Körper, deren Siedepunkte nicht zu nahe bei einander liegen, der Destillation unterworfen, so bilden sich gewönlich Anfangs vorwiegend Dämpfe der leichter flüchtigen Körper, denen sich unter fortwährender Steigerung des Siedepunktes nach und nach immer mehr Dämpfe der schwerer flüchtigen Substanz beimischen, welche gegen das Ende hin vorwalten. Die Mischung solcher Flüssigkeiten besitzt nämlich nicht den Siedepunkt der in ihr enthaltenen flüchtigsten Flüssigkeit, sondern derselbe liegt zwischen den Siedepunkten beider, im Allgemeinen dem Siedepunkte derjenigen Flüssigkeit um so näher, deren Quantität die grösste ist. Der Siedepunkt steigt von Anfang der Destillation an bis zu dem Punkte, bei welchem alle flüchtigere Flüssigkeit übergegangen ist und bleibt dann unveränderlich; so dass der hochsiedende Körper rein überdestillirt. Aus dem Angeführten ergiebt sich, dass bei Scheidungen von Flüssigkeiten mit verschiedenen Siedepunkten durch eine einmalige Destillation nur eine annähernde Trennung zu erreichen ist.

Die Ursache einer so unvollkommenen Trennung liegt vorzugsweise in der Tension flüchtiger Flüssigkeiten, welche bekanntlich schon bei Temperaturen weit unter ihrem Siedepunkte verdunsten und zwar um so leichter, je grösser die Tension ist, und je rascher die über der Flüssigkeit befindliche Atmosphäre wechselt. Bei der Destillation von gemischten flüchtigen Verbindungen sind nun grade die Bedingungen zur leichten Verdampfung der schwer flüchtigen Substanz besonders günstig, da der Dampf der niedriger siedenden Flüssigkeit eine sich fortwährend erneuernde Atmosphäre bildet und beim Durchstreichen durch die siedende Mischung die höher siedende Substanz in Dampfform mit sich reisst.

Noch viel unvollständiger ist die durch einmalige Destillation bewirkte Trennung, wenn das Gemisch aus einer grösseren Anzahl verschiedener Substanzen besteht, deren Fälle sehr häufig vorkommen. So ist das sogenannte Fuselöl ein Gemenge mehrerer homologer Alkohole; das amerikanische Steinöl enthält eine sehr grosse Anzahl von Kohlenwasserstoff der Sumpfgasreihe, und das leichte Oel des Steinkohlentheeres besteht vorzugsweise aus Benzol und seinen Homologen. Um aus solchen Gemengen möglichst reine Körper abzuscheiden, müssen die bei der ersten Destillation erhaltenen Fractionen wiederholt fractionirt werden, wobei immer die Antheile, die zwischen denselben Temperaturgrenzen überdestilliren, gesondert aufgefangen werden und damit so lange fortgefahren wird, bis man Körper von nahezu constanten Siedepunkten erhält, da diese das Kennzeichen für die Reinheit flüssiger Körper sind. Eine vollständige Trennung und Reindarstellung kann auf diese Weise nicht erzielt werden, die möglichst constant siedenden Antheile sind nur selten reine Verbindungen; um solche darzustellen, müssen sie nach anderweitigen Behandlungen, die je nach der Natur der Körper verschieden sind, unterworfen werden.

Nach Dossios und Wanklyn wird die Quantität jedes einzelnen Körpers, welcher bei einer gewissen Temperatur überdestillirt, gefunden, wenn seine Dampfspannung beim Siedepunkte mit seiner Dampfdichte oder was, dasselbe ist mit seinem Moleculargewichte multiplicirt wird. So siedet z. B. Methylacohol $C\ H_4\ O$, Molekulargew. = 32 bei 66° C; Jodmethyl $C\ H_3\ J$, Molekulargew. = 142 bei 72° C, bei einer Mischung beider, destillirt von letzterem eine grössere Menge. Die Flüssigkeit, welche die höchste Dampfspannung hat, destillirt daher nicht nothwendiger Weise am schnellsten, denn was ihren Begleitern an Spannung fehlt, das können sie durch ihre grössere Dampfdichte ersetzen.

Wenn die Tension mit t, die Dampfdichte mit d bezeichnet wird, so ist für verschiedene Flüssigkeiten

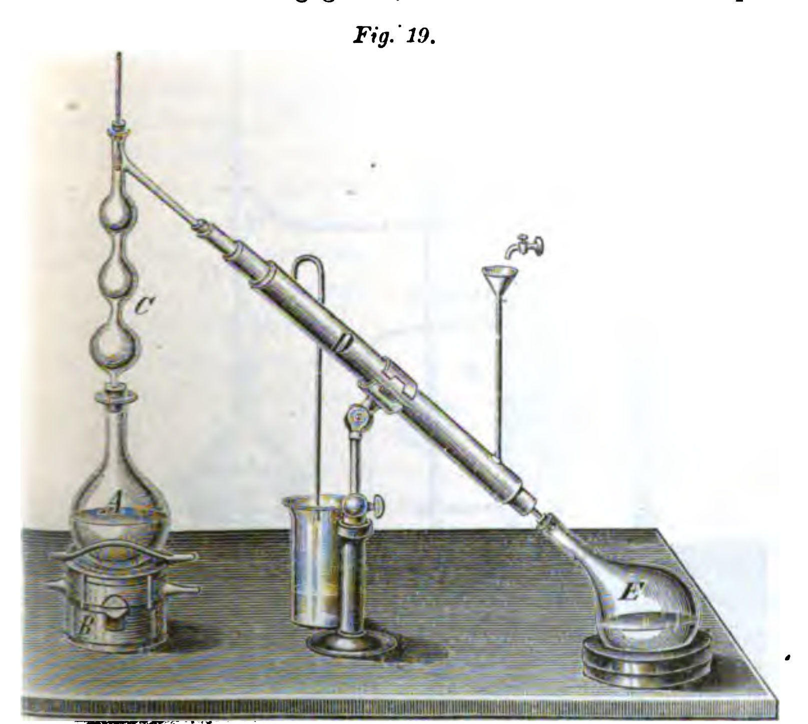
$$x = K_1\ t_1\ d_1;\ x_2 = K_2\ t_2\ d_2,\ x_3 = K_3\ t_3\ d_3 \text{ u. s. w.}$$

wobei K eine für jeden einzelnen Fall durch Versuche zu ermittelnde Constante bedeutet. Wenn die Dampfdichte und

Tensionen einander umgekehrt proportional und die Werthe von K gleich sind, so werden die Producte $K_n\ t_n\ d_n$ alle gleich sein, d. h. die Mischung wird während der ganzen Destillation unverändert bleiben.

Homologe Reihen, deren einzelne Glieder also um $C\ H_2$ verschieden sind, sind aus diesem Grunde schwer zu trennen, wie bereits vorher angegeben; denn während die Dampf-

Fig. 19.



Destillirapparat mit Liebig'schem Kühler.

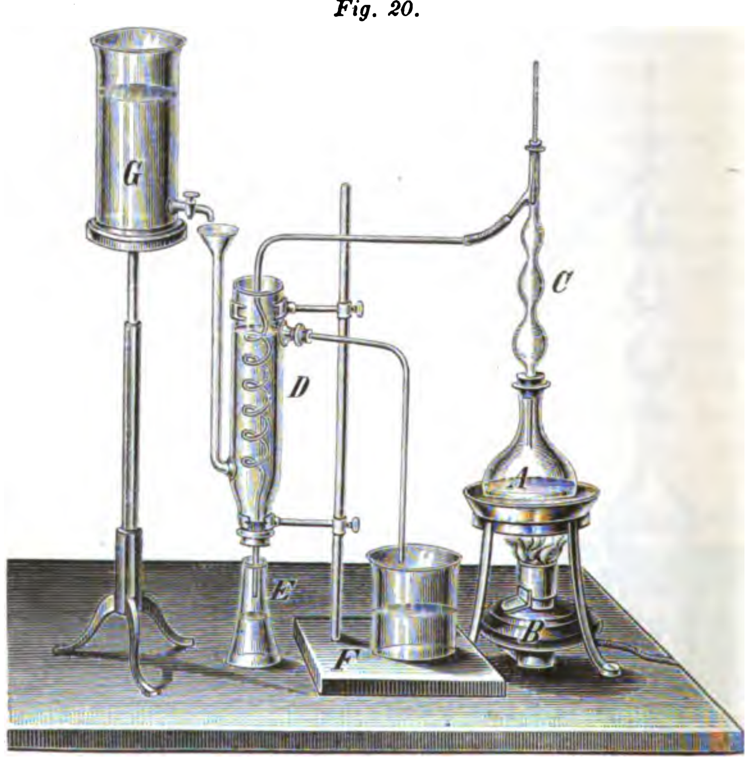
A. Kolben; B. Gasbrenner; C. Röhrenansatz mit Kugeln; D. Liebig'scher Kühler; E. Vorlage.

spannung mit jedem $C\ H_2$ sinkt, steigt die Dampfdichte. Das erklärt auch, warum so viele Körper in einem Strome von Wasserdampf viel schneller destilliren; weil dieser zu den leichtesten Körpern gehört, während die Dämpfe der andern Körper gewöhnlich schwer sind. Bei vermindertem Drucke wird der Unterschied zwischen den Dampftensionen ver-

schiedener Flüssigkeiten vergrössert, während die Dampfdichten gleich bleiben, daher sind sie auch leichter zu trennen und darauf beruft der günstige Erfolg der Exhaustoren bei der Gasfabrikation und bei den Theerdestillationen etc.

Von den fractionirten Destillationen im Grossen und den dazu gehörigen Apparaten kann erst später — Kapitel VIII.

Fig. 20.



Destillirapparat mit Spiralkühler.

A. Kolben; B. Gasbrenner; C. Kugelröhren; D. Spiralkühler; E. Vorlage; F. Stativ; G. Wasserreservoir.

— die Rede sein, um aber im Laboratorium im Kleinen fractionirte Destillationen auszuführen, mögen hier einige Apparate beschrieben werden und zur Erläuterung die Figuren 19—27 dienen.

Das Princip ist bei allen Apparaten dasselbe, auf dem Destillationskolben *A*, Fig. 19 u. 20, mit der zu destillirenden

Flüssigkeit befindet sich ein Röhrenansatz mit 1,2 oder mehreren kugelförmigen Erweiterungen, in welchem ein Thermometer angebracht ist. Die wenige flüchtige in diesen Kugeln sich verdichtende Flüssigkeit fliesst in den Kolben zurück, während nur die der Temperatur entsprechenden flüchtigsten Theile durch das seitswärts angebrachte Rohr entweichen und in dem damit in Verbindung stehenden Liebig'schen Kühler — Fig. 19 — oder Spiralkühler — Fig. 20 verdichtet und in einer Vorlage aufgefangen werden.

Linnemann hat diese Methode verbessert, indem er in die weite Röhre — Fig. 22 —, in der die Dämpfe aufsteigen, 5 — 8 kleine Näpfchen von Platindrahtnetz — Fig. 21 — bringt und zwar 8 für Flüssigkeiten, deren Siedepunkt unter 150° C., 6 beim Siedepunkt bis etwa 180°C., 5 wenn der Siedepunkt bis zu 250°C. steigt; ähnlich ist die Le Bel'sche Anordnung — Fig. 23 —.

Fig. 21. *Fig. 22.* *Fig. 23.* *Fig. 24.*

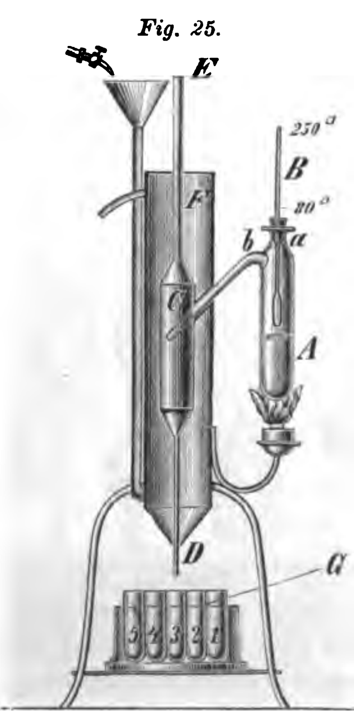
Fig. 21. Platinnetz; Fig. 22. Linnemann's Kugelröhre; Fig. 23. Le Bel's Kugelröhre; Fig. 24. Henniger's Kugelröhre mit Steigröhren.

In denselben, sowie in den Kugeln verdichtet sich mehr Flüssigkeit, als durch die Maschen zurückfliessen kann; die Dämpfe werden so gewaschen und kommen mit Flüssigkeitsschichten in Berührung, deren Temperatur stets niedriger wird, weshalb nur die allerflüchtigsten Antheile in den Kühler gelangen. Wird dieser Apparat benutzt, so füllen sich Röhre und Kugeln allmälig mit Flüssigkeit und aller Dampf verdichtet sich da, weshalb von Zeit zu Zeit die Flamme entfernt werden muss, damit die Flüssigkeit wieder zurückfliesst. Da hierdurch der Gang der Destillation verlangsamt wird, so ist zweckmässiger eine Steigerung nach Art der Deplematoren

— Fig. 24 — zu verwenden, in welche ebenfalls Näpfchen oder Spiralen von Platindrahtnetz anzubringen sind; durch die seitlichen Röhrchen fliesst die verdichtete Flüssigkeit zurück.

Fig. 25 stellt den bei französischen Zollämtern gebräuchlichen V. Regnault'schen Apparat dar. A ist ein kleiner aus Kupfer gefertigter Cylinder, welcher bei *b* ein abwärts gebogenes Ansatzrohr hat, welches in den aus Messing gefertigten Condensator — *C* — geht, der nach oben und unten in zwei enge Metallröhren — *D* u. *E* — ausläuft. Der Condensator ist in dem Wasser aufnehmenden und zur Wassererneuerung vorgerichteten Metallcylinder — *F* — befestigt. Der Dreifuss, auf welchem der Apparat angebracht ist, trägt ein horizontales Brett zum Hin- und Herleiten des Halters — *G* —, welcher fünf nebeneinanderstehende, in Cubikcentimeter eingetheilte Cylinder trägt; ein jeder der graduirten Cylinder — *1, 2, 3, 4, 5* — lässt sich so, einfach unter die Mündung — *D* — des Condensators — *C* — bringen. 100 Cubikcentimeter des zu prüfenden Oeles werden nun durch den Tubus — *a* — in den Cylinder eingelassen, der nur bis $^1/_3$ gefüllt sein darf; darauf wird ein mit einem Thermometer — *B* — versehener Kork so in den Tubus festgestopft, dass der Thermometer aber nicht in die Flüssigkeit ragt, sondern nahe dem Abzugsrohr ist; endlich wird der Cylinder — *A* — mittelst einer Gas- oder Weingeistlampe erhitzt.

Fig. 25.



Regnault's Destillirapparat.

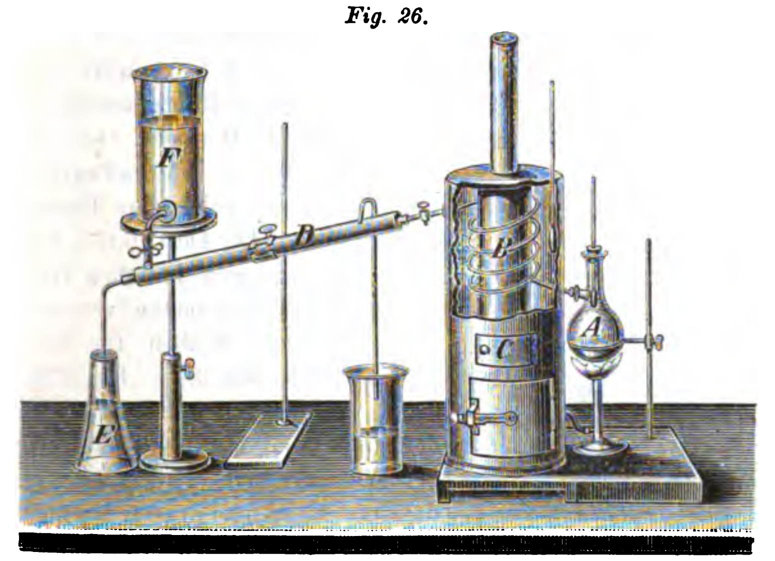
A. Kolben; a. Kolbenhals; b. Ansatzrohr; B. Thermometer; C. Condensator, welcher in die Röhren D und E ausläuft; F. Metallcylinder; G. Cylinderhalter.

Die in dem Rohproduct enthaltenen Oele sieden bei verschiedenen Temperaturen und können eingetheilt werden:

in Oele,	die	unter	100° C.	—				destilliren
„	„	„	bei	100 „	—	120° C.		„
„	„	„	„	120 „	—	140 „		„
„	„	„	„	140 „	—	160 „		„
„	„	„	„	160 „	—	180 „		„

Der Halter wird jetzt so gerückt, dass die Röhre No. 1 unter die Ausflussöffnung kommt und die Flüssigkeit bis zum Sieden erhitzt. So lange die Temperatur 100 nicht über-

Fig. 26.



Warren's Destillirapparat.

A. Kolben; B. Schlangenröhre; C. Wärme- und Sicherheitsofen; D. Liebig'scher Kühler; E. Vorlage; F. Wasserreservoir.

schreitet, wird das Destillat im Röhrchen No. 1 aufgefangen, zwischen 100 und 120° im Röhrchen No. 2 u. s. f., bis endlich bei einer Temperatur von 160—180° C. die Röhre No. 5 unter die Ausflussöffnung kommt. Die Volumina der Oele in einem jeden der 5 graduirten Cylinder werden notirt und die erhaltenen Volumina als die entsprechenden Gewichte in dem ursprünglichen Oelgemische betrachtet, obgleich ja hierbei eine

kleine Ungenauigkeit, in Betreff der Differenzen in dem specifischen Gewichte, stattfindet. Selbstverständlich kann der Apparat auch für höher siedende Oele angewendet werden, überhaupt auch zur Siedepunktbestimmung von Flüssigkeiten im Allgemeinen, die natürlich Kupfer nicht angreifen.

Verschieden von diesen Apparaten ist der Apparat, welchen Warren — Fig. 26 auf S. 97 — bei der fractionirten Destillation von Steinöl, Theeröl etc. benutzt hat und welcher eine vollkommene Controle über die Temperatur des Dampfes sichert. Es geschieht das dadurch, dass der Dampf durch eine in einem Wärmebade befindliche Schlangenröhre — *B* — geleitet wird, dessen Temperatur durch eine Lampe oder den in der Zeichnung dargestellten Sicherheitsofen — *C* — regulirt wird. Als Flüssigkeit für das Bad, welches wie die Röhre aus Kupfer besteht, wird Wasser, Oel oder eine leichtflüssige Metalllegirung angewendet, in welche das Thermometer taucht. Die Destillation wird dann in einem gewöhnlichen Glaskolben mit Thermometer versehen, oder in einem Kolben für hochsiedende Oele, wie ihn — Fig. 27 — zeigt, vorgenommen. Das Sieden der Flüssigkeit und die Temperatur des Wärmcylinders wird so regulirt, dass erstere ziemlich rasch destillirt. Bei der Destillation von Steinöl zeigte es sich, dass der Unterschied zwischen dem Siedepunkte der Flüssigkeit und dem des Bades anfänglich 35° C. und selbst mehr betrug; derselbe wurde aber bei jeder neuen Fraction kleiner, bis er endlich ganz verschwand.

Fig. 27.



Destillirkolben.

Auf die einzelnen bei der fractionirten Destillation zu erhaltenden Körper kann erst im nächsten Kapitel „der Constitution der Mineralöle und Theeröle etc.“ eingegangen werden, hier sind nur die Handelsproducte zu be-

	Namen	Siedepunkt	Specifisches Gewicht	Anwendung
Gase etc.	1. **Cymogen**, gasförmig, durch Compression verflüssigt.	0° C		Eisbereitung.
	2. **Rhigolen** durch Eis und Salz verdichtet.	18,3 „	0,600	Anaestiticum.
Leichte Oele. Light oils.	3. **Petroleumäther** Keroselen Sherwoodoil; Gasäther auch Rhigolen genannt	40-70 „	0,650-0,660	Lösungsmittel für Kautschuk, Oel, sowie zur Anästesie und Kälteerzeugungszwecken.
	4. **Gasoline**, Gasolene, Canadol, Neolin.	70-90 „	0,660-0,690	Zur Extraction von Oelen aus Samen; Wollentfettung, Leuchtgasbereitung.
	5. **Benzin**, Naphtha, Safety oil Danforth's Oil.	80-110 „	0,690-0,700	Als Fleckwasser zum Verfälschen des Kerosens und in Cleveland (Ohio) in gewaltigen Mengen zu Heizzwecken.
	6. **Ligroine**	80-120 „	0,710-0,730	Zum Brennen in Ligroinlampen und zur Bereitung von Leuchtgas.
	7. **Putzöl** Terpenthinölsurrogat	120-150 „	0,730-0,750	Zum Putzen von Maschinentheilen, Verdünnen von Oelfarben etc.
Schwere Oele. Heavy oils.	8. **Leuchtpetroleum** Burning oil Petrosolaröl **Kerosen**, Kerosin Oleophin Australöl Standardöl.	150-250 „	0,750-0,850	Zum Brennen etc.
	9. **Schmieröl** Möhringsöl Lubricating oil.	25-300 „	0,850-0,900	Paraffindarstellung; zum Schmieren und Gasbereitung.
	10. **Paraffinöle, Vaselinöle**, Cosmoline	über 300 „	0,900-0,930	

rücksichtigen und zwar nur im Allgemeinen, da noch ein grosser Wirrwarr in den Namen der Destillationsproducte herrscht und fast jede Fabrik ihre eigenen Bezeichnungen einführt, um das Publikum glauben zu machen, es seien neue noch nie dagewesene Körper.

Die vorstehenden Bezeichnungen — S. 99 — sind jetzt vielfach in Nordamerika, England und Deutschland in Gebrauch:

Aus Amerika werden auch in Barrels Petroleumnaphthen nach Europa gesandt, bei denen folgende Fractionen stattgefunden haben:

	Siedepunkt.	Specifisches Gewicht.
Petroleumäther No. 0	50— 65° C.	0,620—0,640
„ No. 1	65— 72 „	0,650—0,660
„ No. 2	72— 80 „	0,670—0,680
Petroleumbenzin . .	80—120 „	0,690—0,700
Ligroine	120—130 „	0,710—0,730
Putzöl	130—150 „	0,730—0,750

Nach diesen Erläuterungen sind jetzt die Eigenschaften und Zusammensetzungen der einzelnen Oelsorten zu berücksichtigen.

Africanische Oele.

Egyptisches Erdöl. *Farbe*: braunschwarz; *Consistenz*: dickflüssig; *Specifisches Gewicht* = 0.953; *Entzündungstemperatur* 135° C. enthält:

Flüssige Kohlenwasserstoffe .	87,90%	
mit rohen Lampenöle		26,70%
mit rohen Schmieröle		61,20 „
Koks	7,70 „	87,90 „
Nicht condensirbare Gase . .	4,30 „	
Verlust	—	
	100,00 — F. Weyl.	

Während der Destillation entwickeln sich reichliche Mengen Schwefelwasserstoff. Von dem rohen Lampenöle geben 100 Theile 86% hellgelbes gereinigtes Lampenöl von 0,875 specifischem Gewichte und 100 Theile rohes Schmieröl, 85 Theile gutes Schmieröl von 0,923 specifischem Gewichte.

Das egyptische Steinöl enthält weder Petroleumäther noch andere ähnliche flüchtige Bestandtheile, ebensowenig Paraffin und eignet sich deshalb sehr gut zum Heizen der Dampfkessel.

Ein von Bizio (ohne nähere Ortsangabe) untersuchtes africanisches Oel hatte ein *Specifisches Gewicht* = 0,912 eine *Entzündungstemperatur* = 82° C. und lieferte:

Leuchtöle von 0,835 specif. Gewichte	30,30%
Schmieröle „ 0,887 „ „	59,50 „
Paraffin	5,20 „
Koks und Verlust	5,00 „
	100,00 — G. Bizio.

Amerikanische Oele.

Canadische Oele: *Farbe*: braunschwarz; *Geruch*: knoblauchartig stinkend; *Consistenz*: dickflüssig; *specifisches Gewicht* 0,828—0,878; *Entzündungstemperatur* bei gewöhnlicher Temperatur; einzelne Oele entwickeln selbst schon bei 5° entzündliche Gase. Die Oele enthalten nur die Kohlenwasserstoffe der Sumpfgas- und Aethylenreihe:

1. Specifisches Gewicht = 0,835.

Petroleumäther von 0,735 spec. Gew.	12,50 %
Lampenöl von . . 0,820 „ „	35,80 „
Maschinenschmieröl	43,70 „
Paraffin	3,00 „
Kohlenrückstand	3,20 „
Verlust	1,80 „
	100,00 — N. Tate.

2. Specifisches Gewicht = 0,843.

Naphtha von 0,720 spec. Gew.	14,15 %
Brennöl „ 0,815 „ „	36,30 „
Schmieröl „ 0,882 „ „	39,40 „
Paraffin	4,34 „
Coks	2,90 „
Gase; Schwefelwasserstoff etc.	1,10 „
Verlust	1,81 „
	100,00

3. **Enniskillen.** Specifisches Gewicht = 0,845.

Leichtes Oel von 0,794 spec. Gewicht (Petroleumäther)	20,00 %
Schweres, gelbes Oel von 0,837 spec. Gewicht (Photogen)	50,00 „
Dickes paraffinhaltiges Oel (Schmieröl)	22,00 „
Theerhaltiges Destillat	1,00 „
Kohlen	2,00 „
Verlust	5,00 „
	100,00 - Muspratt.

4. Specifisches Gewicht = 0,840

Leichte Oele	36,00 %
Schmieröle	43,00 „
Paraffin	3,00 „
Rückstände	18,00 „
	100,00 — Gintl.

Beobachtungen über Eigenschaften und Gewichtsmengen der Producte, wie sie bei den verschiedenen Zeitabschnitten und Temperaturen bei der fractionirten Destillation übergehen, sind am Eingehendsten von Bolley angestellt und die dabei erfolgenden Producte durch eine Rectification abermals in verschiedene Producte gespalten und die gleichartigen zusammengethan. Die Resultate ergeben sich aus nachstehender Tabelle:

Canadisches Erdöl, Specifisches Gewicht = 0,846.

Es gingen über: Siedepunkt:	Procente des Volums	Procente des Gewichts	Specifisches Gewicht
61—120 ° C.	10,00 %	8,70 %	0,725
120—200 „	16,70 „	14,80 „	0,739
200—250 „	8,40 „	7,50 „	0,750
250—300 „	10,40 „	9,80 „	0,785
Ueber 300 „	50,00 „	40,20 „	0,818
Rückstand	4,50 „	7,00 „	—
Verlust		3,00 „	—
	100,00 „	100,00 „	Bolley.

Pennsylvanische Oele. *Farbe*: dunkel-gräulich-braun; *Geruch*: etwas unangenehm; *Consistenz*: dickflüssig; *specifisches Gewicht* = 0,782—0,820, nur das Oel des Bradford-Districtes ist etwas schwerer — 0,840, noch schwerere Oele sind eine Seltenheit; *Ausdehnungscoefficient* = 0,00082—0,00086; *Entzündungstemperatur* bei 10—15 °C. Nur Oele aus der Sumpfgas- und Aethylenreihe:

1. Specifisches Gewicht = 0,813.

Petroleumäther, Gasöle und Benzin	15,50 %	
Lampenöl	55,50 „	
Paraffinöl: Schmieröl	17,50 „	
Paraffinöl: Paraffin	2,00 „	
Coks, Gas, Verlust	10,00 „	
	100,00	— Chandler.

2. Specifisches Gewicht = 0,802.

Petroleumgeist von 0,735 spec. Gew.	17,70 %	
Lampenöl „ 0,820 „ „	41,00 „	
Maschinenschmieröl	39,40 „	
Paraffin	2,00 „	
Kohlenrückstand	2,10 „	
Verlust	0,80 „	
	100,00	— N. Tate.

3. Specifisches Gewicht = 0,800.

Leichte Oele	41,00 %	
Schmieröle	39,00 „	
Paraffin	2,00 „	
Rückstände etc.	18,00 „	
	100,00	— Gintl.

4. Specifisches Gewicht = 0,795.

Naphtha, Benzin v. 0,720 spec. Gew.	18,20 %
Lampenöl „ 0,820 „ „	32,45 „
Schmieröl „ 0,850 „ „	36,50 „
Paraffin	2,85 „
Coks	3,40 „
Gase, Verlust etc.	6,60 „
	100,00

5. **Oil Creek.** Specifisches Gewicht = 0,800.

Naphtha von 0,756 spec. Gewicht	17,50 %
Kerosin „ 0,824 „ „	39,00 „
Paraffinhaltiges Schmieröl	41,00 „
Paraffin	2,00 „
Coks	0,5 „
	100,00 — Ott.

Bolley hat in gleicher Weise wie das canadische Oel — Seite 102 — auch pennsylvanisches Oel untersucht und ist zu folgenden Resultaten gelangt:

Pennsylvanisches Oel — Specifisches Gewicht = 0,816.

Es gingen über: Siedepunkt:	Erste Destillation Procente des Volums	Erste Destillation Procente des Gewichts	Zweite Destillation Procente des Volums	Zweite Destillation Procente des Gewichts	Specifisches Gewicht
— 81 ° C.	9,50 %	7,30 %	3,30 %	2,70 %	0,670
81—100 „			5,00 „	4,30 „	0,702
100—120 „	7,60 „	6,80 „	6,50 „	5,60 „	0,715
120—150 „	5,90 „	5,30 „	7,80 „	6,90 „	0,731
150—200 „	12,20 „	11,50 „	9,50 „	8,80 „	0,757
200—250 „	13,50 „	13,10 „	15,80 „	12,20 „	0,788
250—300 „	—	—	30,00 „	29,70 „	0,809
300	—	—			
300—350 „	45,20 „	45,70 „			
350—400 „	—	—	15,10 „	15,90 „	0,858
Rückstand	6,10 „	5,60 „	7,00 „	8,60 „	—
Verlust		4,70 „		2,30 „	—
	100,00	100,00	100,00	100,00	Bolley.

New-Yorker Oele. *Farbe*: grünlich-braun; *Geruch*: unangenehm; *Consistenz*: dickflüssig; *specif. Gewicht* = 0,790-0,810

1. Specifisches Gewicht = 0,7982.

Naphtha von 0,700 spec. Gewicht	17,00 %
Benzin „ 0,730 „ „	9,00 „
Lampenöl „ 0,783 „ „	64,00 „
Rückstand und Verlust	10,00 „
	100,00 —

A. Bourgongnon.

Im Allgemeinen aber lässt sich annehmen, dass das New-Yorker Rohöl nicht soviel Naphtha, sondern nur 12—15%, davon 9—10% Benzin und 60% Lampenöl giebt. Der Rückstand enthält ungefähr 2,5% Paraffin.

Californische Oele. *Farbe*: fast schwarz, in dünnen Schichten bräunlich-gelb; *Geruch*: schwach, bituminös; *Consistenz*: zähflüssig; *specif. Gewicht* = 0,815—0,830; *Entzündungstemperatur* bei 15° C.

1. Specifisches Gewicht = 0,816.

Petroleumäther v. 0,715 spec. Gew.	16,20 %
Leichtes Oel „ 0,760 „ „	6,80 „
Lampenöl „ 0,810 „ „	56,30 „
Schmieröl	11,00 „
Paraffin	0,50 „
Coks	4,80 „
Verlust, Gase etc.	4,40 „
	100,00

2. Specifisches Gewicht = 0,826.

Petroleumäther, Benzin v. 0,745 sp. Gew.	22,80 %
Brennöl „ 0,820 „ „	50,10 „
Schmieröl „ 0,870 „ „	18,30 „
Paraffin	0,65 „
Coks	2,60 „
Verluste	5,75 „
	100,00 —

A. Berndt.

3. Specif. Gew. = 0,980; bei der Destillation zur Trockne wurden erhalten:

Oel von 0,890—0,900 spec. Gewicht	69,82 %
Coks, Wasserverlust	30,10 „
	100,00

Die fractionirten Destillationen des Oeles ergaben:

Naphtha von 0,760 spec. Gewicht	11,33 %
Leichtes Oel 0,885 „ „	66,22 „
Schweres Oel 0,893 „ „	12,67 „
„ „ 0,921 „ „	3,56 „
Verlust	6,22 „
	100,00 —

M. B. Sittiman.

Argentinische Oele.

Provinz lujuy ist fast schwarz und giebt:

Naphtha von 0,740 spec. Gewicht	.	6,00 %
Lampenöl „ 0,814 „ „	. . .	29,00 „
Schwere Oele 0,900 „ „	. . .	53,00 „
Coks	. . . .	10,00 „
Gase	. . . .	2,00 „
		100,00 - L. Baker.

Asiatische Oele.

Kaukasische Oele; Bakuöle. *Farbe:* sehr verschieden, von hell bis schwarz; *Geruch:* eigenartig, theerartig; *Consistenz:* von dünn bis dickflüssig; *specifisches Gewicht:* je nach der Farbe der Oele bedeutenden Schwankungen unterworfen, die dunkleren und gewöhnlicheren und daher auch geringwerthigeren Sorten schwanken von 0,850—0,900, die helleren von 0,770—0,790; *Entzündungstemperatur* von 20° C. - 80° C. zuweilen höher. Die Oele enthalten auch Kohlenwasserstoffe der Benzolreihe.

Orte	**Kaukasus**	
Specifisches Gewicht	0,783	0,775
Leichte Oele — spec. Gew. = 0,720	4,50 %	7,80 %
Kerosin	63,30 „	81,30 „
Schmieröle	29,30 „	9,00 „
Rückstand, Verlust	2,90 „	1,90 „
	100,00	100,00 —

Albrecht.

3. **Weisse Naphtha von Durachane.** Spec. Gewicht = 0,770.

Naphtha	10,60 %
Leuchtöl	82,30 „
Naphtharückstände . . .	7,10 „
	100,00 — Merz.

Balachany	4	5
Specifisches Gewicht	0,905	0,910
Benzin etc. spec. Gewicht = 0,760	4,55%	3,90%
Kerosen „ „ = 0,820	28,40 „	28,40 „
Schmieröl „ „ = 0,880	16,20 „	15,30 „
„ „ „ = 0,905	25,50 „	28,25 „
Rückstände — Massut	15,35 „	15,00 „
Verlust	10.00 „	9,15 „
	100,00	100,00

6. **Südrussisches Oel** Ort?	Procente	specifisches Gewicht	Entzündungstemperatur
Benzin	1,00%	0,725	+ 0° C.
Gasoline	3,00 „	0,775	+ 25 „
Kerosen	27,00 „	0,822	+ 100 „
Schmieröl	12,00 „	0,870	+ 175 „
„	32,00 „	0,870	—
Vaseline	1,00 „	0,910	—
Residuen — Massut . .	14,00 „	0,925	—
Verlust	10,00 „	—	—
	100,00		— Marvin.

7. **Baku**, dunkelgefärbt, dünnflüssig, spec. Gew. = 0,886.

Gutes Petroleum von 0,812 spec. Gew. . .	26,00%	
Schweres „ „ 0,830 „ „ . .	10,00 „	
Gasöl . . . . . „ 0,880 „ „ . .	12,00 „	
Schmieröle . . „ 0,905-920 „ „ . .	32,00 „	
Asphalt	10,00 „	
Destillationsverluste etc.	10,00 „	
	100,00 —	

H. Hirzel.

Zarzkije Kolodzy	8	9
Specifisches Gewicht =	0,896	0,900
Naphtha — spec. Gew. 0,715	6,40 %	5,90 %
Kerosin „ „ 0,815	34,20 „	23,50 „
Schmieröle	39,70 „	60,10 „
Naphtharückstände	9,70 „	10,50 „
	100,00	100,00 - Meyer.

Persische Oele. *Farbe:* farblos bis gelblich-bräunlich; *Geruch:* nicht unangenehm; *Consistenz:* dünnflüssig; *specif. Gewicht:* 0,730—0,750.

Specifisches Gewicht — 0,735.

Ein farbloses Destillat	bei 95,7 ° C.	Siedepunkt circa	25,00 %
„ „ „	bei 112,5 „	„ „	50,00 „
Ein gelbliches „	bei 310,0 „	„ }	„ 25,00 „
Bituminöse Kohle . . . . }			
			100,00 — Unverdorben.

Indische Oele, Ragoonöle, Raguntheer. *Farbe:* grünlich-braun; *Geruch:* eigenartig, bituminös, nicht unangenehm; *Consistenz:* von Gänsefett; *specif. Gewicht* = 0,885—0,890.

Im Ragoontheer findet sich Naphthalin, Benzol, Toluol, Xylol.

1. **Ragoonöl.** Specifisches Gewicht = 0,885.

Leichtes Oel	41,40 %
Paraffinmasse	50,90 „
Asphaltrückstand	4,60 „
Wasser und Gas	2,80 „
Verlust	0,30 „
	100,00

Dasselbe Oel mit Schwefelsäure, Natronlauge etc. gereinigt, ergab:

Photogen	40,70 %
Schmieröl	40,90 „
Paraffin	6,20 „
Asphalt . . . . . . : . .	4,60 „
Verlust	7,60 „
	100,00 — H. Vohl.

2. **Ragoonöl.** Specifisches Gewicht = 0,888.

Leichte Oele	Destillat bei	100° C.	11,00 %
	„ „	110—145 „	10,00 „
Schwere Oele viel Paraffin enthaltend.	„ „	145—350 „	20,00 „
	„ „	360 „	31,00 „
	„	über 360 „	21,00 „
Asphalt			3,00 „
Coks			4,00 „
			100,00 —

Warren de la Rue und Hugo Müller.

Europäische Oele.

Rumänische Oele. — *Farbe*: gelb bis grünlich gelb-braun; *Geruch*: etwas unangenehm; *Consistenz*: meist zähflüssig; *specif. Gewicht* = 0,840—0,855.

Orte		1. **Walachei**	2. **Moldau**
Specifisches Gewicht		0,843	0,855
Petroleumäther Benzin	spec. Gew. = 0,705	9,75 %	14,20 %
Kerosin	„ „ 0,780	56,40 „	45,60 „
Schmieröl (Paraffinöl)	„ „ 0,890	18,35 „	26,85 „
Paraffin		2,25 „	3,00 „
Coks		4,10 „	4,50 „
Verlust		9,15 „	5,85 „
		100,00	100,00

Sospiro bei Draganeassa dünnflüssig, braunröthlich, von schwachem Geruche; specifisches Gewicht = 0,844.

Benzin von	0,730 spez. Gew.	8,00 %
Petroleum	0,805 „ „	52,00 „
Gasöl oder Vaselinenöl	0,880 „ „	8,00 „
Leichtes Maschinenöl, Spindelöl	0,900 „ „	8,00 „
Feinstes schweres paraffinarmes Maschinenöl	0,920 „ „	8,00 „
Asphalt		10,00 „
Destillationsverluste		6,00 „
		100,00 —

H. Hirzel.

Galizische Oele. *Farbe*: sehr verschieden, von hell bis dunkelbraun; *Geruch*: bituminös-zwieblich; *Consistenz*: flüssig bis theerartig; *specif. Gewicht*: westgalizischer Oele = 0,778-0,930; ostgalizischer Oele = 0,750—0,950. Die Naphtha der Oele enthält Benzol und seine Homologen bis zum Cumol. Ferner sind die Oele mehr oder weniger Paraffin reich.

1. **Siary.** Specifisches Gewicht = 0,856.

Petroleumsprit bei	120° C.; spec. Gew.	0,740	8,50 %
Leuchtöl I. Qual.	120—200 „ „ „	0,765	22,25 „
„ II. „	200—300 „ „ „	0,835	22,60 „
„ III. „	300—350 „ „ „	0,875	11,60 „
Paraffinöl . . . . mit 2,9% Paraffin	350° u. darüber „ „	0,915	12,62 „
Rückstand			13,25 „
Verlust			9,18 „
			100,00

2. Gemisch von **Klenczany, Librantowo, Starawies.** Specifisches Gewicht = 0,800.

Petroleumäther — Spec. Gew.	= 0,692	5,00 %
Benzin „ „	= 0,700	10,00 „
Leuchtöl „ „	= 0,810	50,00 „
Paraffinöl		8,00 „
Paraffin		3,00 „
Rückstand		18,00 „
Verlust		6,00 „
		100,00

Orte	3. **Boryslaw**	4. **Bobrka**
Specifisches Gewicht	0,782	0,859
Leichtflüssige Oele . .	20,00 %	10,00 %
Leuchtöl I. Qualität bei 40° C. Gase u. Dämpfe entwickelnd	50,00 „	50,00 „
Schwere Oele	— „	10,00 „
Paraffin	8,00 „	— „
Theer zu Wagenschmiere	8,00 „	10,00 „
Rückstände	10,00 „	10,00 „
Verlust	4,00 „	10,00 „
	100,00	100,00

Strippelmann

Galizische Oele.

Vorkommen der Oele	Klenczany		Ropa Kustra		Ropa Blich	
Formation:	Kreide; 189 Meter		Kreide; 63 Meter		Kreide; 60 Meter	
Farbe:	rothgelb mit grünem Reflex		braunroth mit grünem Reflex		rothbraun mit grünem Reflex	
Specifisches Gewicht	0,779		0,808		0,800	
Destillat	spec. Gewicht	Procente	spec. Gewicht	Procente	spec. Gewicht	Procente
—100° C.	—	12,30%	—	1,90%	—	9,30%
100—150 „	0,742	31,20 „	0,738	24,70 „	0,735	18,20 „
150—200 „	0,775	14,60 „	0,773	18,00 „	0,773	12,80 „
200—250 „	0,783	9,60 „	0,810	12,40 „	0,805	10,80 „
250—300 „	0,802	9,30 „	0,841	11,60 „	0,838	10,60 „
300—350 „	0,837	5,20 „	0,865	9,80 „	0,868	12,30 „
350—400 „	0,852	9,60 „	0,885	15,90 „	0,880	24,30 „
über 400 „	0,895	8,00 „	—	4,60 „		
Petroleumgummi		0,05 „		0,10 „		0,10 „
Koks		0,05 „		0,60 „		0,80 „
Verluste		0,10 „		0,40 „		0,50 „
		100,00		100,00		100,00

A. Nawatril.

Galizische Oele.

Vorkommen der Oele:	Wojtowa		Libusza		Senkowa	
Formation:	Eocaen; 160 Meter		Eocaen; 137 Meter		Eocaen; 113 Meter	
Farbe:	grünlichschwarz		grünlichschwarz		grünlichschwarz	
Specifisches Gewicht	0,835		0.737		0,837	
Destillat	spec. Gewicht	Procente	spec. Gewicht	Procente	spec. Gewicht	Procente
—100° C.	—	1,60%	—	4,30%	—	2,00%
100—150 „	0,764	11,90 „	0,745	14,70 „	0,747	20,00 „
150—200 „	0,792	14,60 „	} 0,803	} 17,90 „	0,783	15,70 „
200—250 „	0,822	16,90 „			0,823	11,20 „
250—300 „	0,849	18,80 „	0,841	11,40 „	0,857	10,50 „
300—350 „	0,862	13,70 „	0,856	9,90 „	0,879	8,60 „
350—400 „	} 0,895	} 20,40 „	0,878	20,80 „	0,907	10,90 „
über 400 „			0,915	15,70 „	0,914	18,50 „
Petroleumgummi .		0,20 „		0,60 „		0,10 „
Koks		1,10 „		3,00 „		1,50 „
Verluste		0,80 „		1,80 „		1,00 „
		100,00		100,00		100,00

A. Nawatril.

Vorkommen der Oele	Formation	Farbe	Specif. Gewicht	Leichte Oele —150° C. Procente	Petroleumdestillate 150 bis 300° C. Procente	Schwere Oele über 300 Procente	Coks und Verluste Procente
Ropa	Kreide	rothbraun	0,853	11,40%	39,80%	46,50%	2,30%
Wojtowa . . .	Eocaen 114 m	grünl.-schwarz	0,820	12,40 „	43,60 „	41,50 „	2,50 „
Libusza . . .	Kreide 140 m	„ „	0,842	13,30 „	32,80 „	49,40 „	4,00 „
Staruńia . . .	Salzschichten 36 m	„ „	0,845	10,90 „	34,90 „	50,90 „	3,30 „
Pagorzyn . . .	Eocaen 188 m	schwarzbraun	0,847	20,00 „	31,20 „	43,30 „	5,50 „
Lipinki	„ 111 „	braunschwarz	0,849	9,80 „	45,50 „	40,60 „	4,20 „
Siary	„ 132 „	grünl.-schwarz	0,850	20,90 „	30,30 „	44,00 „	4,80 „
„	„ 123 „	braunschwarz	0,853	11,30 „	31,90 „	52,30 „	4,50 „
Mencina . . .	„ 230 „	grünl.-schwarz	0,853	19,60 „	33,10 „	42,90 „	4,40 „
Klenzany . . .	„ 57 „	dunkelgrün	0,870	3,40 „	38,60 „	54,50 „	3,50 „
Kryg	„ 170 „	braunschwarz	0,876	8,00 „	32,60 „	53,20 „	6,20 „
Harklowa . . .	„ 113 „	„ „	0,898	6,70 „	28,20 „	58,20 „	6,00 „
„ . . .	„ 111 „	„ „	0,892	5,70 „	56,70 „	55,70 „	7,50 „

A. Nawatril.

Elsasser Oele. *Farbe*: gelbbraun bis schwarzbraun; *Geruch*: unangenehm; *Consistenz*: verschieden; *specif. Gewicht* der flüssigen von 0,825-0,895, der dickflüssigen 0,900-0,950; *Entzündungstemperatur* 25-30° C.

Elsasser Oele.

Elsasser Oele	Specifisches Gewicht		Siedepunkt ° C.		Procente	
	1	2	1	2	1	2
Essenzen	0,734	0,732	70-150° C.	65-135° C.	4,85 %	3,72 %
Leichtere Oele . . .	—	0,765	150-195 „	135-190 „	1,41 „	6,20 „
Photogen	0,787	0,802	195-260 „	190-260 „	17,15 „	16,00 „
Solaröl	0,803	0,838	260-360 ° C.		23,30 „	16,20 „
Schmieröl u. Paraffin	0,857	fest	über 360 „		37,64 „	45,60 „
Destillat					84,35 „	87,72 „
Rückstand					10,71 „	5,60 „
Verlust					4,94 „	6,68 „
					100,00	100,00 —

A. Beyer.

1. Rohöl aus petroleumhaltigen Sandflözen ausgesickert.

2. Rohöl durch Destillation petroleumhaltigen Sandes gewonnen.

Bayrische Oele.

Tegernsee, hell röthlichbraun mit grünem Schimmer; schwachen nicht unangenehmen Geruch, dünnflüssig; specifisches Gewicht = 0,811.

Benzin, wasserhell von . . . 0,735 spec. Gew.	. 8,00%
Petroleum, „ feinste Qualit. 0,800 „ „	. 60,00 „
Schwere Oele, theils Gasöle, theils Schmieröle	. . 18,00 „
Paraffinschuppen	. 10,00 „
Destillationsverluste etc.	. 4,00 „
	100,00 —

H. Hirzel.

Hannöversche Oele. *Farbe*: braun bis schwarz; *Geruch*: bituminös, etwas unangenehm; *Consistenz*: dickflüssig; *specif. Gewicht* 0,862-0,910; *Entzündungstemperatur* 35-40° C.

Den niederen Aether bis zum specifischen Gewichte 0,680 fehlen. Die Oele enthalten einen Kohlenwasserstoff von der Zusammensetzung des **Xylols**.

Orte	1. **Oedesse**	2. **Haenigsen**
Specifisches Gewicht	0,849	0,850
Petroleumäther, Spec. Gew. = 0,725	12,80 %	13,30 %
Petroleum . . „ „ = 0,790	31,40 „	29,40 „
Schmieröle . . „ „ = 0,895	47,60 „	50,00 „
Paraffin	1,10 „	2,00 „
Coks	3,50 „	2,90 „
Verlust	3,60 „	2,40 „
	100,00 —	100,00 —

3. Specifisches Gewicht = 0,890.

Benzin von 0,730 spec. Gewicht		8,50 %
Leuchtöl 0,810 „ „		34,40 „
Schmieröl 0,915 „ „		49,50 „
Paraffin		2,50 „
Coks		3,10 „
Verlust		3,00 „
		100,00 — Schaefer.

4. **Sehnde** Specifisches Gewicht = 0,865

Petroleumsprit	20,00 %
Klares Brennöl . . .	60,00 „
Schmieröl	15,00 „
Paraffin	2,00 „
Rückstand . . . . . . } Verlust . . . . }	3,00 „
	100,00 — Provence.

Oelheim.	5.	6.	7.
Specifisches Gewicht	0,897	0,891	0,891
Destillat von 150—160° C.	2,00 %	4,00 %	4,00 %
„ „ 150—200 „	16,00 „	18,00 „	18,00 „
„ „ 200—250 „	6,00 „	4,00 „	4,00 „
„ „ 250—280 „	8,00 „	10,60 „	9,00 „
„ „ 280—300 „	6,00 „	8,00 „	8,00 „
„ „ 300—350 „	48,00 „	44,00 „	45,00 „
Ueber 350° C.	14,00 „	12,00 „	12,00 „
	100,00 —	100,00 —	100,00 Skalweit.

8. **Oelheim**, sehr dunkel und dickflüssig, spec. Gew. 0,908

Gutes Petroleum 0,825 spec. Gew.	15,00 %
Schweres Petroleum 0,854 „ . .	23,90 „
Vaseline- od. Spindelöl 0,890 „ .	21,00 „
Feinst. Maschinenöl 0,910—0,920 spec. Gewicht	18,00 „
Asphalt (hartes Pech)	7,00 „
Schlamm und zurückgebliebenes Wasser	3,00 „
Destillationsverluste etc.	12,00 „
	100,00 — H. Hirzel.

Holsteiner Oel.

1. **Petroleum-Kreide von Heide.**

79,29 % Kreide.
7,91 „ Wasser.
13,20 „ { 1,91 % verkohlter Theer. / 10,78 „ Oel / 0,51 „ leichtflüssiges Oel.

100,00 — R. Finkener.

2. **Juraöl von Heide.**

Naphtha / Petroleum	Siedep. 218°C,	Spec.	Gew.	0,820	. .	9,00%
Solaröl	„ 300	„	„ „	0,840	. .	13,90 „
Maschinenschmieröl üb.	300	„	„ „	0,880	. .	18,00 „
„	„	„	„ „	0,900	. .	14,80 „
„	„	„	„ „	0,910	. .	32,30 „
Rückstand, Asphalt	. . . .				.	21,20 „
Verlust	. . . .				.	1,10 „
						100,00—

R. Finkener.

2. Eigenschaften und Zusammensetzung des Erdpeches und Erdtheeres.

Der reine Asphalt, der in Europa nicht vorkommt und durch asphalthaltige Kalksteine und Bergtheer ersetzt wird, ist eine formlose bituminöse, braunschwarze bis pechschwarze, feste, pech- und harzartige glänzende Masse, mit muschligem, fettglänzenden Bruche, besitzt einen eigenthümlichen bituminösen Geruch und wird durch Reiben electrisch. Ist in Wasser unlöslich, in Alcohol, Aether, Aetzlaugen nur theilweise löslich, während ihn Petroleumbenzin überhaupt Kohlenwasserstofföle, Terpentinöl, Leinöl und andere ätherische und fette Oele sowie Schwefelkohlenstoff etc vollständig lösen. Das specifische Gewicht schwankt zwischen 1,10—1,20 bei Gegenwart von Mineralbestandtheilen bis 1,60 steigend, Härte = 2° Mohs, kann also durch Kalkspath geritzt werden. Erweicht in der Handwärme und schmilzt bei der Hitze des kochenden Wassers. Entzündet verbrennt der Asphalt mit leuchtender, russender Flamme. Beim vorsichtigen Erhitzen in einem Destillationsapparate gehen zuerst Wasser und flüssiges Oel — **Petrolen** — über, später tritt Zersetzung des nicht flüchtigen Bestandtheiles — **Asphalten** — ein, unter Verflüchtigung von Wasser, Ammoniac, Brandölen — **Asphaltöl**, Oleum Asphalti — und schliesslich bleibt eine mehr oder weniger aschenhaltige Kohle.

Die chemische Zusammensetzung ist schwankend, wie sich aus nachstehender Tabelle ergiebt:

Elementarzusammensetzung des Asphaltes.

Asphalt etc. aus: / von:	Mexico.	Cuba.	Coxitambo.	Aegypten.	Todtes Meer.
Kohlenstoff	80,34%	82,67%	88,67%	85,29%	77,84%
Wasserstoff	9,57 „	9,14 „	9,68 „	8,24 „	8,93 „
Sauerstoff	10,09 „	8,19 „	1,65 „	6,22 „	11,53 „
Stickstoff				0,25 „	1,70 „
	100,00 —	100,00 —	100,00 —	100,00 —	100,00 —
	Regnault.	Wetherill.	Bousignault.		

In den vorstehenden Analysen sind nur der Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff als wesentliche Bestandtheile angeführt und der Aschengehalt und Schwefel vollständig vernachlässigt, auf welchen letzteren schon Otto Helm in den Retinalithen hinwies und im syrischen Asphalt 9%, in einem amerikanischen Asphalt von nicht angegebener Herkunft 11%, in einem Asphalt von unbekannter Herkunft 8,5% Schwefel fand. Er fand ferner im Elaterit 1,5%, in einem Retinit von honiggelber Farbe aus Thüringen 0,45%; in einem Walchowit aus Mähren 0,73%; in einem Kranzit aus Braunkohlengruben von Lattorf im Bernburgischen stammend 3% Schwefel. Es haben daher verschiedene Asphalte folgende Zusammensetzung:

Asphalt etc. aus: / von:	Syrien.	Trinidad.	Pechelbronn.
Kohlenstoff	80,00 %	78,80 %	86,60 %
Wasserstoff	9,00 „	9,30 „	11,40 „
Schwefel	10,00 „	10,00 „	1,40 „
Aschenbestandtheile .	0,60 „	0,50 „	0,50 „
Stickstoff	0,40 „	1,40 „	0,30 „
Verlust od. Sauerstoff	—	—	0,40 „
	100,00 —	100,00 —	100,00 —

R. Kayser.

Elementarzusammensetzung der Erdtheere.

Bergtheer etc. aus:	Neapel.	Bastemes.	Pont du Chateau.	Hatten.	Pechelbronn. 1.	Pechelbronn. 2.	Bentheim.
Kohlenstoff	80,62 %	84,54 %	76,41 %	88,00 %	88,00 %	88,00 %	86,68 %
Wasserstoff	8,28 „	9,58 „	9,58 „	11,60 „	12,00 „	11,00 „	9,30 „
Sauerstoff	10,04 „	4,08 „	11,64 „	—	—	—	2,82 „
Stickstoff	1,06 „	1,80 „	2,37 „	0,4 „		1,60 „	0,66 „
	100,00 —	100,00 —	100,00 —	100,00 —	100,00 —	100,00 —	100,00 —
von:	Ebelman.			Bousignault.			Strohmeyer.

Der **ägyptische Asphalt** zeichnet sich durch einen starken Eisengehalt aus, doch war noch nicht festzustellen, in welcher Art das Metall im Asphalten gebunden ist.

Die Beschaffenheit des Bergtheeres ist sehr verschieden und nicht einmal an demselben Fundorte gleich, es ist entweder eine dickflüssige, schwierige, dabei steife, braunschwarze Masse oder eine feste braunschwarze harzartige — Erdharz — Masse, welche nur in der Wärme weich und zähe wird, während sie in der Kälte hart und spröde ist und einen muschligen Bruch zeigt. Der Geruch ist eigenthümlich und tritt namentlich beim Erwärmen hervor. Der reine Bergtheer zeigt ein geringeres specifisches Gewicht als Wasser, ist aber im rohen Zustande wegen der eingeschlossenen Mineralbestandtheile schwerer und steigt das Gewicht wie beim Asphalt bis 1,60. Ist in Wasser unlöslich, in Alkohol theilweise und in Aether, sowie den anderen beim Asphalt angegebenen Stoffen vollständig löslich. Verbrennt leicht mit russender Flamme und giebt bei der Destillation eine grössere Menge flüssiger Kohlenwasserstofföle ab, welche

die Veranlassung des Flüssigbleibens sind. Die elementare Zusammensetzung dieser Erdtheere ist — Seite 119 — angegeben.

Unter natürlichen Asphaltsteinen werden nur die Kreide und Bitumen enthaltenden verstanden und zwar muss die Imprägnation so vollkommen vor sich gegangen sein, dass die auf der Schnittfläche sichtbaren Kalktheilchen nicht grob, sondern möglichst feinkörnig und regelmässig vertheilt erscheinen. Als allgemeine Regel ist anzunehmen: „je feinkörniger der Asphaltstein, desto besser ist er.“ Auch muss das Mischungsverhältniss mindestens 7% höchstens 11% zeigen; wenn dieses Bitumen von dem Asphaltstein gelöst und längere Zeit andauernd erwärmt wird, darf es nicht mehr als 2% seines Gewichtes verlieren, denn das würde darauf hinweisen, dass die Umwandlung des Petroleum in zähen Bergtheer noch nicht hinreichend erfolgt ist und ist zu bedauern, dass grade die ausgedehntesten Fundstätten des natürlichen Asphaltes bei Heide im Ditmarschen (Holstein) diese Bedingungen nicht erfüllen, da hier das Gestein noch gradezu reines Petroleum enthält, — Seite 116 — Petroleumkreide von Heide. —

Gleichzeitig können auch an dieser Stelle die mit Bitumen durchtränkten Dolomite- und Schieferthone, Mergelschiefern etc. wie die Posidonienschiefer etc. — Seite 58 — berücksichtigt werden, überhaupt schliesst R. Kayser, um der herrschenden Verwirrung in der Bezeichnung der natürlichen Asphalte und asphaltartigen Körper ein Ende zu machen, folgende naturgemässe Classificationen vor:

1. Klasse, nur aus geschwefelten Kohlenwasserstoffen bestehende Asphalte, z. B. vom todten Meere, Trinidad, Maracaibo.
2. „ geschwefelte Kohlenwasserstoffe in flüssigen und festen Kohlenwasserstoffen gelöst, z. B. von Pechelbronn, Barbadoes.
3. „ mit Asphaltkörpern getränktes sogenanntes bituminöses Gestein.

Der ersten Klasse wäre die Bezeichnung: **Asphalte**; der zweiten der Name **Asphaltoide** zu geben und in der dritten

Klasse je nach dem betreffenden Gestein; **bituminöser Kalkstein, Sandstein, Dolomit, Mergelschiefer** etc. zu unterscheiden.

Um aber nicht zuviel Abtheilungen zu erhalten, mögen hier nach der bis jetzt beobachteten Länderordnung die Körper Berücksichtigung finden:

Afrikanische Asphalte etc.

Egyptischer Asphalt; specifisches Gewicht = 1,40.

Bitumen	20,00 %
Kohlensaurer Kalk	80,00 „
	100,00 — Watt.

Das Bitumen ist eisenhaltig.

Amerikanische Asphalte etc.

1. **Asphalt von Trinidad**; *Farbe:* schwarz, pulverbraun; *spec. Gewicht:* = 1,45—1,60; *Schmelzpunkt:* 130—150° C.

1. Bitumen vom spec. Gewicht = 0,870—0,875—	79,60 %	71,70 %	74,50 %	70,00 %
Kieselsäure (Sand)	20,40 „	28,30 „	25,50 „	30,00 „
	100,00 —	100,00 —	100,00 —	100,00 —

100 Theile Bitumen geben:

Leichte Oele, sp. Gew. von 0,700—0,850—	37,40 %	30,00 %
Schwer. Oele. „ „ „ 0,850—0,900—	28,12 „	30,00 „
Paraffin	2,68 „	2,50 „
Coks etc.	25,30 „	36,00 „
Verlust	6,76 „	1,50 „
	100,00 —	100,00 —

2. **Asphalt von Trinidad.** Spec. Gew. = 1,06.

In Weingeist löslich . .	5,00 %
„ Aether „ . . .	57,00 „
„ „ unlöslich . aber Chloroform löslich	38,00 „
	100,00 — R. Kayser.

3. **Asphalt von Cuba,** auch „mexicanischer" oder „**Chapopoda**"-Asphalt genannt, spec. Gew. = 1,06—1,00.

Bitumen	84,56 %	89,32 %
Sand und Mergel .	15,44 „	10,68 „
	100,00 —	100,00 —

100 Theile Bitumen liefern:

Kohlenwasserstofföle	von 0,785 spec. Gew.	4,40 %
	„ 0,820 „ „	8,40 „
Schwere Oele	„ 0,850—0,910 „	42,30 „
Paraffin		2,00 „
Rückstand		33,60 „
Gasverluste etc.		9,30 „
		100,00 —

4. **Bituminöse Substanz von Cuba.**

Bitumen	58,40 %
Coks	41.60 „
	100,00 —

100 Theile ergeben:

flüchtige Kohlenwasserstoffe	0,80 %
helles Leuchtöl	4,20 „
„ Paraffinöl	17,23 „
Paraffin roh	5,35 „
Ammoniacwasser	3;05 „
Leuchtgass	9,00 „
Verluste, Rückstand	60,37 „
	100,00 —

Weyl.

5. **Barbadoestheer.** *Farbe*: dunkelbraun; *Geruch*: schwach; *Specif. Gewicht*: = 1,040; *Schmelzpunkt*: 110° C.

Rohöl von 0,912 spec. Gew.	50,00 %
„ „ 0,927 „ „	40,00 „
Wasser	5,00 „
Coks	5,00 „
	100,00 —

Humfrey.

Asiatische Asphalte etc.

1. **Syrischer Asphalt.** *Farbe*: schwarz, Pulver bräunlich. *Specifisches Gewicht*: = 1,100—1,105; *Schmelzpunkt*: zwischen 135—140° C.

Bitumen	91,40 %	82,60 %
Kohlensauer Kalk, Thon, Sand	8,60 „	17,40 „
	100,00 —	100,00 —

Leichte Oele — von 0,700—0,750 . .	3,75 %	
Oele 0,800	5,50 „	
Schwere Oele, paraffinhaltig . . .	42,00 „	
Rückstand	42,30 „	
Verluste	6,45 „	
	100,00 —	Watt.

2. **Syrischer Asphalt.** Spec. Gew. = 1,103.

In Weingeist löslich . .	4,00 %	
„ Aether „ . .	44,00 „	
„ „ unlöslich aber Chloroform löslich	52,00 „	
	100,00 —	R. Kayser.

Europäische Asphalte etc.

Frankreich.

1. **Asphalt von Bastennes,** Spec. Gewicht = 1,350.

Bitumen	38,45 %
Kohlensaurer Kalk . . .	4,96 „
Sand	56,59 „
	100,00 —

2. **Chavaroche in Savoyen.**

Bitumen	29,20 %
Kohlensaurer Kalk . . .	51,60 „
Sand	19,20 „
	100,00 —

3. **Asphalt von Seyssel.**

Wasser und sonstige bei 90° verflüchtigende Bestandtheile	1,90 %	
Bitumen	8,00 „	
Kohlensaurer Kalk	89,55 „	
Kohlensaure Magnesia	0,10 „	
In Säuren unlösliche Mineralstoffe .	0,10 „	
Sonstige Stoffe	0,35 „	
	100,00 —	Leon Malo.

Schweiz.

1. **Asphalt von Val de Travers.**

Wasser und sonstige bei 90° verflüchtigende Bestandtheile	0,50 %
Bitumen	10,10 „
Kohlensaurer Kalk	87,95 „
„ Magnesia	0,30 „
In Säuren unlösl. Mineralbestandtheile	0,45 „
Sonstige Stoffe	0,70 „
	100,00 —

Leon Malo.

2. Specifisches Gewicht = 1,90—2,00.

Bitumen	10,50 %	20,80 %
Kohlensaurer Kalk	90,50 „	80,20 „
	100,00	100,00 —

100 Theile Bitumen, specif. Gewicht = 0,950 geben:

Leichte Oele von 0,750 spec. Gew. =	1,86 %
Schwere „ „ 0,860 „ „ =	12,32 „
Schmieröle „ 0,920 „ „ =	26,82 „
Coks	53,86 „
Gase, Verluste	5,4 „
	100,00 —

Weber

Oesterreich.

1. **Erdharz von Brazza.**

Erdharz	7,12 %
Dolomit { Kohlensaurer Kalk	58,10 „
Dolomit { „ Magnesia	32,58 „
Kohlensaures Eisenoxydul	1,10 „
Chlornatrium und Chlorkalium	0,97 „
	100,00

Das Erdharz selbst ist pechschwarz bei 35° bildsan bei 90° schmelzbar und enthält:

Petrolen	5,00 %
Braunes, in Aether lösliches Harz	20,00 „
In Alcohol und Aether unlösliches Bitumen	74,00 „
In Alcohol lösliches Harz	1,00 „
	100,00 —

Kerste

2. **Asphalt von Morowizza bei Sebinico.**

Asphalt . .	10	15 %
Jurakalkstein	90	85 „
	100,00	100,00

Der Jurakalkstein besteht aus:

Kohlensaurem Kalk . . .	95,14 %
Kohlensaurer Magnesia .	4,10 „
Kohlensaurem Eisenoxydul	0,76 „
	100,00 — Kersten.

3. **Asphaltsteine von Seefeld in Tyrol.** Specifisches Gewicht 1.25—1,40.

Asphalt (zähe) . . .	7,85 %	16,23 %
Kohlensaurer Kalk . .	81,10 „	74,22 „
Thonerde, Sand etc. .	4,85 „	3,55 „
Gase, Wasser, Verluste	6,20 „	6,00 „
	100,00	100,00

Leichte Oele von	0,790—0,815	5,80 %
Schwere Oele	0,820—0,900	18,60 „
Paraffinhaltige Oele	0,940	22,50 „
Kohliger Rückstand		44,50 „
Gas und Verluste etc. . . .		8,60 „
		100,00 — Weber.

Deutschland.

1. **Asphalt von Lobsann.**

Wasser und bei 90° verflüchtigende Bestandtheile	3,40 %
Bitumen	11,90 „
Kohlensaurer Kalk	69,60 „
Kohlensaure Magnesia	0,30 „
Sand	3,05 „
Schwefel	5,60 „
Schwefeleisen	4,45 „
Sonstige Stoffe	2,10 „
	100,00 —

Leon Malo.

2. **Asphalt von Pechelbronn.** Braunschwarz, dickflüssig und theerartig, bituminös riechend; specif. Gewicht = 0,966.

Leichte Kohlenwasserstofföle von	0,710—0,760	8,30 %
„ „	0,760—0,810	6,45 „
Schwere Oele	0,840—0,880	17,45 „
Rückstand, schwarz, harzig		60,95 „
Verluste, Gase etc.		6,85 „
		100,00 —

Nach R. Kayser ist der Asphalt von Pechelbronn eine Lösung eines geschwefelten Kohlenwasserstoffes, des Asphalten, in einem flüssigen, schwefelfreien Kohlenwasserstoff dem Petrolen und zwar ist letzteres in weit überwiegender Menge vorhanden.

3. **Asphalt von Limmer bei Hannover.** Specifisches Gewicht 1,12.

Bitumen	8,26 %
Lehm	4,98 „
Kalkstein	56,54 „
Kohlensaure Magnesia	27,01 „
Eisenoxyd	3,21 „
	100,00 —

4. **Bentheimer Asphalt.** Spec. Gew. = 1,092. Unlöslich in Alcohol, Aether, Schwefelkohlenstoff, Terpenthinöl.

a. Destillation ohne Wasserdampf.

	I.	II.
Theer, spec. Gew. = 0,834—	36,80 %	38,00 %
Coks	48,90 „	48,60 „
Verlust, Gas, Wasser . .	14,30 „	14,00 „
	100,00 —	100,00 —

Von 100 Theer destilliren:

Leichte Oele bis 150° C., spec. Gew.	= 0,743 .	10,30 %
Leuchtöl 150—310 „ „ „	= 0,806 .	43,30 „
Rückstand		46,40 „
		100,00 —

b. Destillation mit Wasserdampf.

	I.	II.
Theer, spec. Gew. = 0,853	41,40 %	41,80 %
Coks	43,50 „	45,00 „
Verlust, Gas, Wasser . .	15,60 „	13,20 „
	100,00 —	100,00 —

Von 100 Theer destilliren:

Leichte Oele bis 150° C., Spec. Gew. = 0,743 . .	7,10 %
Leuchtöl 150—310 „ „ „ = 0,805 . .	34,40 „
Rückstand	58.40 „
	100,00 —

c. Destillation des Theeres in grösserem Maassstabe.

2.00 %	Oele von	0,776	spec. Gew.	25,50 % leichte Oele.
2.40 „	„ „	0,785	„ „	
2.40 „	„ „	0,786	„ „	
2.40 „	„ „	0,789	„ „	
2.40 „	„ „	0,791	„ „	
2.40 „	„ „	0,795	„ „	
11.50 „	„ „	0,805	„ „	
11.80 „	„ „	0,822	„ „	21,80 % mittlere Oele.
11.00 „	„ „	0,834	„ „	
44.80 „	Paraffinmasse.			
2.40 „	Paraffinschmiere.			
3.20 „	Coks.			
2.30 „	Gasverluste.			
100.00				

Engler.

5. **Posidonienschiefer aus Hohenzollern-Sigmaringen.**

Theer	9,63 %
Ammoniacwasser	8,33 „
Rückstand*) . .	69,61 „
Gas etc. . . .	12,36 „
	100,00

*) Der unverbrennliche Rückstand verhält sich, wie ein brauchbarer hydraulischer Kalk.

Der Theer von einem specifischem Gewichte = 0,975 ergab:

Photogen	24,18 %
Schmieröl	41,93 „
Paraffin	0,12 „
Kohligen Rückstand	13,68 „
Kreosot	19,03 „
Gas und Verlust .	1,33 „
	100,00 — H. Vohl.

6. **Posidonienschiefer aus Württemberg.**

Bitumen	12,68 %
Destillationswasser . .	12,35 „
Mergel, Thon, Kalk etc.	71,37 „
Gas etc.	3,60 „
	100,00

Der Theer hat ein specifisches Gewicht = 0,980.

Leichte Oele, spec. Gewicht	= 0,780—0,810	15,35 %
Schwere Oele „ „	= 0,840—0,890	42,12 „
Paraffin		0,25 „
Rückstand		38,13 „
Gas, Verluste etc.		4,15 „
		100,00

7. **Liasschiefer aus Westfalen.**

Theer (Bitumen)	5,23 %	6,42 %
Theerwasser	4,46 „	7,30 „
Kalk, Thonerde, Eisenoxyd etc.	89,21 „	83,42 „
Verluste, Gase	1,10 „	2,86 „
	100,00	100,00 —

100 Bitumen von 0,930 spec. Gewicht.

Leichte Oele, spec. Gew.	0,725—	4,20 %
Schwere „ „ „	0,850—	16,35 „
Schmieröle „ „	0,910—	25,50 „
Coks		44,45 „
Gase, Wasser, Verluste . .		9,50 „
		100,00 —

Berndt.

3. **Eigenschaften und Zusammensetzung des Erdwachses.**

Das **Erdwachs** oder **Ozokerit** kommt in den verschiedensten Farbnüancen von hellgelb bis schwarz vor, zeigt geschmolzen gewöhnlich eine dunkelgrüne Farbe. Die hellen Sorten finden sich namentlich an Orten, in denen viel Grubengase sind. Das dunkelgrüne und schwere Erdwachs ist das beste, das **schwarze Erdwachs** oder **Asphaltwachs** ist das schlechteste, es enthält harzartige Sauerstoffverbindungen und bildet die Mitte zwischen Bergöl und Ozokerit.

Das mit Benzin extrahirte Erdwachs ist viel heller, als das mit Wasser ausgeschmolzene und dies kommt daher, dass der Thon entfärbend wirkt, also den Farbstoff zurückhält, welcher auch nicht vom Benzin gelöst wird, später aber mit Aether und Schwefelkohlenstoff ausgezogen werden kann. Der Thon verliert mithin beim Auskochen mit Wasser seine entfärbende Kraft.

Der Geruch ist je nach der Reinheit angenehm wachsartig. Die Consistenz ist von weich, geschmeidig, biegsam bis hart und hat dann die Masse einen muschligen Bruch, erweicht aber beim Kneten. Der Schmelzpunkt liegt zwischen 56—74° C. beim **Marmorwachs** selbst bei 110° C. Das specifische Gewicht ist von 0,845—0,930.

Das Erdwachs ist in Terpenthinöl, Petroleum und Benzin etc. leichtlöslich in Alcohol und Aether schwerlöslich, es verbrennt meist ohne Rückstand mit leuchtender Flamme. Die elementare Zusammensetzung ist ungefähr die des Petroleum: 15% Wasserstoff und 85% Kohlenstoff.

Erdwachs von / aus	**Boryslaw**	**Moldau**		**Zietrisik**	**Newcastle**
Kohlenstoff . . .	84,94%	84,43%	84,61%	85,03%	85,18%
Wasserstoff . .	14,87 „	13,79 „	15,15 „	13,71 „	14,06 „
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	Hofstätter.	Schrötter.	Magnus.	Malaguti.	Johnston.

Die Zusammensetzung entspricht einer Formel $C_n H_{2n}$ = den ungesättigten Kohlenwasserstoffen; im Allgemeinen

besteht das Erdwachs aus festen Paraffinen und leichten Kohlenwasserstoffen und kommt mit sehr variablen Mengen Thon = **Lep** von 12—80% vor.

Asiatische Ozokerite.

Ozokerit von Baku. Specifisches Gewicht = 0,903, Schmelzpunkt bei 79° C.

Paraffinmasse	81,80%
Gase	13,80 „
Coks	4,40 „
	100,00 — Petersen.

Ozokerit von Swjatoi Ortrow. Specifisches Gewicht = 0,900—0,930.

Benzol	2— 8%
Naphtha	15—20 „
Paraffin	36—50 „
Schweres Schmieröl	15—20 „
Coks	10—20 „ — Grabowsky.

Erdwachs aus Persien. Dunkelgrün, ziemlich hart, specifisches Gewicht = 0,925.

Leichte Oele von 0,740—0,780		2,35%
„ „ „	0,800—0,820	3,50 „
Oele von . . . —	0,880	16,63 „
Paraffin		53,55 „
Coks		16,73 „
Verluste		7,24 „
		100,00

Europäische Ozokerite.

Ozokerit von Urpeth bei Newcastle. Weich und klebrig; bräunlich; specifisches Gewicht = 0,890; schmilzt bei 60—70° C.

Leichte Oele — Siedepunkt	80—120° C.	3,00%
„ „ „	150—200 „	7,50 „
Schmieröle „	200—250 „	7,80 „
Paraffin		64,95 „
Coks		11,15 „
Gase, Verluste		5,60 „
		100,00 — Wagner.

Erdwachs von Boryslaw. Specifisches Gewicht = 0,930.

	1. dunkelgelb	2. dunkelschwarzbraun.
Benzine, specif. Gew. = 0,710—0,750	4,32 %	3,50 %
Kerosen „ „ 0,780—0,820	25,65 „	27,83 „
Schmieröle „ „ 0,895	7,64 „	6,95 „
Paraffin etc.	56,54 „	52,27 „
Coks	2,85 „	4,63 „
Verluste	3,00 „	4,82 „
	100,00	100,00

3. Olivengrün ziemlich hart. Specifisches Gewicht 0,9236 Schmelzpunkt 60,5° C.

Leichte Oele, Siedepunkt bis	150° C.	6,25 %
Schwere Oele mit Paraffin	150—300 „	35,10 „
Paraffin etc.	über 300 „	49,73 „
Retortenrückstand und Verlust		8,92 „
		100,00 —

Josef Merz.

4. **Erdwachs von Szamos Uvarhety bei Nagybanya.** Schwarz, weich, bituminös, petroleumartig, riechend. Specifisches Gewicht = 0,900, Schmelzpunkt = 40,5° C.

Leichte Oele, Siedepunkt	90—120° C.	10,12 %
„ „ „	150—200 „	9,84 „
Schwere Oele „	200—250 „	23,65 „
Paraffin etc.		42,16 „
Rückstand		0,80 „
Verlust, Gase etc.		2,43 „
		100,00

4. Eigenschaften und Zusammensetzung der Steinkohlen.

Die Substanz der Steinkohlenflöze ist eine sammet-, pech- oder grauschwarze, zuweilen tief dunkelbraune, schwach oder stark fettig oder glasglänzende, im letzteren Falle „farbenspielende“, derbe Kohlenmasse, ohne Pflanzenstructur. Die Structur ist theils grob, theils feinschiefrig, selten muschlig oder fasrig und fast immer in einer Richtung senkrecht auf die Ebene des Flözes, in Folge von Schwindung zerklüftet. Die

Zerklüftung ist theils geschlossener und giebt sich nur beim Zertheilen der Kohle zu erkennen, theils offener und aus fremden Substanzen ausgefüllt. Diese accessorischen Bestandtheile sind bald mineralische Substanzen wie der am häufigsten vorkommende Schwefelkies — Fe S_2 —, welcher entweder als eigentlicher tesseraler Schwefelkies oder als rhombischer Strahl- oder Vitriolkies vorkommt, auch in der eigentlichen Substanz der Kohle findet sich Schwefeleisen in fein vertheiltem Zustande eingemengt und durch seine Gegenwart die Ursache der häufigen Selbstentzündung der Kohlen und der Erdbrände abgiebt, so im Zwickauer Becken, bei Duttweiler in der Pfalz und in der Luchsgrube in Schlesien, die schon seit 1798 brennt, nicht selten finden sich aber auch Bleiglanz, Kupferkies und Zinkblende; bald sind es unter Druck eingeschlossene Gase, die bei den Anbrüchen mit Heftigkeit ausströmen und die Gruben als „schlagende Wetter" gefährden; also wesentlich aus leichtem Kohlenwasserstoffgas bestehen. Nach J. Meyer ist die Zusammensetzung eine sehr mannigfaltige, wie sich aus der nachstehenden Tabelle ergiebt:

Zusammensetzung der Grubengase in Steinkohlen.

	Zwickau	**Westfalen** Zeche Zollverein	**Bochum** Fettkohle	**Englische** Kohlen	**Saarkohlen**
Kohlensäure . . .	16,90%	7,50%	11,12%	6,16%	8,15%
Grubengas	20,40 „	—	4,70 „	85,82 „	79,75 „
Oelbildendes Gas	7,70 „	—	—	—	4,92 „
Stickstoff	53,30 „	89,91 „	78,60 „	3,52 „	3,46 „
Sauerstoff	1,70 „	2,59 „	2,88 „	4,50 „	3,92 „
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

In entgegengesetzter Richtung, also parallel mit dem Streichen des Flözes — Seite 37 —, zeigt die Masse derselben ebenfalls Absonderungen oder vielmehr eine deutliche Schichtung, nach welcher sich die Stücke absondern; sehr

häufig sind diese Absonderungsflächen nicht glänzend wie die Hauptmasse, sondern matt und ausgezeichnet faserig. Eine solche Fläche erscheint durch den Verlauf der nur ein paar Linien langen Fasern in eine Menge von Feldern getheilt. Microscopisch hat Göppert in diesen Fasern die pflanzenanatomischen Elemente von Araucarien, Calamiten selten anderer Pflanzen erkannt und bilden diese Fasern meist nur papier-, zuweilen linien- und halbzoll dicke Schichten, die unter dem Namen „**Faserkohle, mineralische Holzkohle, fasriger Anthracit**" bekannt sind. Diese Faserkohle, welche leicht zerreiblich und abfärbend ist, ist eine allgemeine und characteristische Erscheinung jeder wahren Steinkohle, nicht des Anthracites und findet sich an den meisten Fundorten, so in Schlesien, Sachsen, England. Die Faserkohle wird, da sie auffallend schwer entzündlich und verbrennlich ist und selbst nicht backend oder sinternt ist, als unliebsame Begleiterin der Backkohle angesehen, da sie die Erzeugung grösserer Coksstücke erschwert. In den älteren, mageren Flözen tritt sie bis zum völligen Verschwinden zurück.

Je nach ihrem Gefüge und Glanz sind die Steinkohlen zu unterscheiden in:

Kohlenarten.

1. **Kännelkohle**; Cannelkohle — corrumpirt aus Candle coal —: Pechschwarz, wachsglänzend, zäh, mit flachmuschligem Bruche.
2. **Glanzkohle:** Sammetschwarz, stark metallähnlich, glasglänzend auf ihren schiefrigen Längsabsonderungen; spröde und ausgezeichnet spaltbar; Bruch muschlig.
3. **Schieferkohle** oder **Mattkohle:** Aus abwechselnden Lagen stark glasglänzender Glanzkohle und wenig glänzender Grob- oder Russkohle bestehend.
4. **Grobkohle** oder **Kohlenschiefer**: Dickschiefrig, wenig glänzend; graulich schwarz.
5. **Russkohle:** Mürbe, zerreiblich, abfärbend, eisenschwarz, matt und nur im Ritze glänzend; durch gesteigertes Auftreten der **Faserkohle** entstehend.

In technischer Hinsicht werden die Steinkohlen nach dem

Verhalten des feingesiebten Kohlenpulvers beim Erhitzen in einem Platintiegel und der Beschaffenheit der sich bildenden Verkokungsrückstände eingetheilt in:

Kohlengattungen.

1. **Backkohlen,** deren Pulver zu einer gleichförmigen glatten, metallglänzenden Masse zusammenbackt.
2. **Sinterkohlen,** deren Pulver sich nur zu einer festen Masse sich vereinigt, ohne eigentlich zu schmelzen.
3. **Sandkohlen,** wenn das Pulver beim Erhitzen keinen Zusammenhang erhält.

   Als Zwischenglieder sind noch zu machen:
4. **Gesinterte Sandkohle,** deren Pulver aussen herum zusammensintert, in der Mitte locker bleibt.
5. **Backende Sinterkohle,** deren Pulver grau und fest wird und knospenartig aufbricht.

In England giebt es nach der Benutzung 3 Sorten:

1. **Gaskohlen**-Gazcoal; 2. **Hauskohle**-Householdcoal; 3. **Dampfkohle**-Steamcoal.

Bei Eintheilung der Steinkohlen wird vielfach Werth auf die elementare Zusammensetzung gelegt; L. Gruner geht aber von der Ansicht aus, dass der technische Werth besser durch eine unmittelbare Analyse gefunden werde. — Die Kohlen werden zu dem Ende in einer Retorte destillirt und der Rückstand verascht; dabei wird das Vermögen des Ballens und Sinterns, sowie die Natur und Menge der Asche erfahren. Bei den eigentlichen Steinkohlen fällt und wächst das calorische Vermögen mit der beim Destilliren zurückbleibenden Menge von festem Kohlenstoffe, aber nicht immer bei Anthraciten und Braunkohlen. Vom industriellen Standpunkte werden daher 5 Typen unterschieden, welche in nachstehender Tabelle zusammengestellt sind, dabei ist aber auf eine häufige Verwechselung zwischen magern und trocknen Kohlen aufmerksam zu machen. „Trockne“ Kohlen sind solche, die ihres hohen Sauerstoffgehaltes wegen nicht „fritten“ (backen, sintern) wie die Braunkohlen, während die „magere“ Kohlen, die wenig fetten ihres geringen Wasserstoffgehaltes sich den Anthraciten nähern.

Gruner's Typen	Kohlenstoff C	Wasserstoff H	Sauerstoff O	O : H	Coks aus der aschenfreien Kohle	Natur und Ansehen der Coks
1. **Nichtbackende Gaskohlen.** Trockne Steinkohlen mit langer Flamme. Syn. Gassandkohlen; Sandkohle — sinternde Sandkohle.	75—80 %	5,5—4,5 %	15—19%	4 : 3	50—60 %	Pulverförmig, oder höchstens gefrittet.
2. **Backende Gaskohle.** Fette Kohlen mit langer Flamme. Syn. Gas- und Flammenkohlen, Sinterkohlen, backende Sinterkohle.	80—85 „	5,8—5,0 „	14,2—10 „	3 : 2	60—68 „	Geschmolzen aber stark zerklüftet.
3. **Fett- oder Schmiedekohlen.** Syn. Backkohlen.	84—89 „	5—5,5 „	11—5,5 „	2 : 1	68—74 „	Geschmolzen, mehr oder weniger aufgebläht.
4. **Fette Kohlen** mit kurzer Flamme. Syn. Vercokungskohlen, Cokeskohlen.	88—91 „	5,5—4,5 „	6,5—5,5 „	1 : 1	74—82 „	Geschmolzen, sehr compact, wenig blasig.
5. **Magere Kohlen** oder **Anthracite** mit kurzer Flamme.	90—93 „	4,5—4 „	5,5—3 „	1 : 1	82—90 „	Gefrittet oder pulverförmig.

Die Elementarzusammensetzung zeigt in der Tabelle ein allmäliges Wachsen des Kohlenstoffgehaltes und ein Abnehmen des Sauerstoffgehaltes aber nicht immer ganz übereinstimmend, so enthalten manche Kohlen mit langer Flamme mehr Kohlenstoff und weniger Sauerstoff als einige Schmiedekohlen, welche mehr Coks zurücklassen. Dies ist die Folge der Verbindungsweise der Elemente und ihres Condensationsgrades. Die 5 Typen sind schon durch äussere Kennzeichen zu unterscheiden. Die den Braunkohlen sich nähernden Steinkohlen mit langer Flamme sind verhältnissmässig hart, beim Anschlagen klingend, zähe, von unebnem Bruche, matt schwarz und mehr braunem als schwarzen Strich. Mit abnehmendem Sauerstoff und damit abnehmender Production von Wasser beim Destilliren wird die Kohle zerreiblicher, weniger klingend. schwärzer und dichter. Der Glanz nimmt mit dem Wasserstoffgehalt und damit gleichzeitig das Agglomerationsvermögen zu. Die den Anthraciten sich nähernden Kohlen sind rein schwarz und im Allgemeinen ein wenig mürber als fette Kohlen mit kurzer Flamme. Die Eigenschaften werden indess durch erdige Beimengungen verändert. Dichtigkeit und Härte wachsen mit dem Aschengehalt, während sich der Glanz vermindert.

Das **specifische Gewicht der Steinkohlen,** im Mittel etwa 1,3 ist bedeutend höher als das der Pflanzensubstanz, aus welcher sie gebildet wurde; es steigt am höchsten bei den:

Anthraciten = 1,41-1,75; Backkohlen 1,16-1,47.
Sinterkohlen 1,30-1,30; Sandkohlen 1,29-1,63.

Das hohe specifische Gewicht der Kohlen trägt wesentlich zu der intensiven Hitze bei, welche sie hervorzubringen vermögen, indem bei specifischschweren Steinkohlen natürlich eine grössere Menge verbrennlicher Materie in demselben Raume zusammengedrängt ist, als bei dem specifisch leichteren Holz. Das specifische Gewicht kann als Merkmal der Güte einer Steinkohle auch trügerisch sein, wenn dasselbe von einem hohen Aschengehalt herrührt.

Der Wärmeeffect von Steinkohlen von mittlerer Zusammensetzung, ihr specifisches Gewicht und ihre Zusammensetzung ist in folgender Tabelle zusammengestellt:

Zusammensetzung und Wärmeeffect der Steinkohlengattungen.

Kohlengattung	Zusammensetzung					Wärmeeffect			I Theil Kohle reducirt Blei	I Theil Kohle erwärmt Wasser von 0—100° C.	Specifisches Gewicht
	Kohlenstoff C.	Wasserstoff H.	Chemisch gebund. Wasser	Hygroscopisches Wasser	Asche	a. absoluter C. = 1	b. specifischer C. = 1	c. pyrometrischer			
Anthracit . . .	85%	3%	2%	5%	5%	0,96	1,44	2350°	26—33	60,5-74,7°	1,41
Backkohle. . .	78 „	4 „	8 „	5 „	5 „	0,93	1,17	2300 „	23—31	52,8-72,0 „	1,13-1,26
Sinterkohlen . .	75 „	3 „	11 „	5 „	5 „	0,89	1,16	2250 „	19—27	44,0-61,6 „	1,13-1,130
Sandkohle . . .	69 „	3 „	18 „	5 „	5 „	0,79	1,06	2100 „	21—31	50,0-71,0 „	1,05-1,34

a. Der absolute Wärmeeffect wird ermittelt durch Berthier's Verfahren, in dem 1 Gramm des gut getrockneten und möglich fein gepulvertem Brennmaterial mit 40—50 Gramm fein gesiebter Bleiglätte oder auch bei Torf und Holz Bleioxychlorid in einem Tiegel möglichst rasch zum Rothglühen erhitzt und $^3/_4$—1 Stunde bei dieser Temperatur gelassen wird. Nach dem Erkalten wird das reducirte Blei — Bleikönig, Bleiregulus — gewogen. 1 Theil reiner Kohlenstoff reducirt 34 Theile Bleioxyd.

b. Der specifische Wärmeeffect lässt sich aus dem absoluten finden, dass das Gewicht des erhaltenen Bleiregulus mit dem specifischen Gewichte des Brennmaterials multiplicirt wird.

c. Der pyrometrische Wärmeeffect durch Verdampfungsversuche, Calorimeter, Pyrometer; die in späteren Kapiteln noch berücksichtigt werden.

In der Praxis wird angenommen, dass das Heizvermögen einer guten Steinkohle dem der Holzkohle fast nahe kommen und das des trocknen Holzes um das doppelte übertreffe. Bei Schmelzprocessen verhält sich die Heizkraft der Steinkohlen dem Volumen nach wie 5 : 1, dem Gewichte nach wie 15 : 8 und sind nach Karsten in Flammenöfen in der Wirkung wie:

100 Volumen Steinkohle = 700 Volumen Holz
100 Gew.-Theile „ = 250 Gewichtstheile „

und bei Siedeprocessen:

100 Vol. Steinkohlen = 400 Vol. Holz = 400 Vol. Torf
100 Gew.-Th. „ = 160 G.-Th. „ = 250 G.-Th. „

Der **Wassergehalt** der Steinkohlen, den sie als Grubenfeuchtigkeit von der Förderung mitbringen, ist in vorstehender Tabelle im Durchschnitt als 5% angegeben, schwankt aber bei einzelnen, namentlich porösen Kohlen ganz bedeutend; es ist hier unter Wassergehalt der Gehalt an solchem Wasser zu verstehen, welchen die Steinkohle (die gleich andern festen Körpern Wasserdampf auf ihrer Oberfläche zu verdichten vermag) nach dem Verweilen an der Luft zurückhält.

Die **Steinkohlenasche** ist ein Gemenge von Mineralstoffen, welches nach den mechanischen Einflüssen, denen die kohlen-

bildenden Mineralien ausgesetzt waren, der Qualität und Quantität nach, nicht nur in den fossilen Kohlen verschiedenen Alters, sondern auch in demselben Flöze wechseln kann. Der **Aschengehalt** ist in obiger Tabelle im Durchschnitt zu 5% angegeben, während er jedoch bedeutenderen Schwankungen unterworfen ist, welche in nachstehender Tabelle, ebenso wie der **Schwefel-** und **Stickstoffgehalt** berücksichtigt werden müssen.

Elementarzusammensetzung der Steinkohlen.

Fundort und Art der Kohlen	*Spec. Gewicht*	*Kohlenstoff*	*Wasserstoff*	*Stickstoff*	*Schwefel*	*Sauerstoff*	*Asche*	*Coks-Ausbeute*
		pCt.	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.
Englische Kohlen.								
Newcastle, Backkohle . . .	1,27	81,40	5,80	2,00	0,70	7,90	2,00	66,70
„ Cherrykohle . . .	1,26	84,00	5,00	—	—	8,80	1,70	—
Broomhill	1,52	81,70	6,17	1,84	2,85	4,37	3,07	59,20
Hasting's Hartley	1,25	82,24	5,42	1,61	1,35	6,44	2,94	35,60
Three Quarter Rock Vein . .	1,34	75,15	4,93	1,07	2,85	5,04	10,96	62,5
Wigan, Cannelkohle	1,27	80,10	5,50	2,10	1,50	8,10	2,70	60,30
Wales, Anthracit	1,39	90,40	3,30	0,80	0,90	3,00	1,60	92,10
Ebbwale	1,27	89,78	5,15	2,16	1,02	0,30	1,50	77,50
Schottische Kohlen.								
Glasgow, Splintkohle . .	1,31	82,10	6,40	—	—	10,40	1,10	—
„ Cherrykohle . . .	1,28	80,60	5,40	—	—	12,40	1,40	—
Killmarnock	1,24	79,82	5,82	0,94	0,86	11,31	1,25	49,30
Fordel-Splint	1,23	79,52	5,50	1,13	1,46	8,33	4,00	52,03
Belgische Kohlen.								
Bellevue Mons	—	86,40	4,40	—	—	6,00	3,10	79,90
Charleroi	—	88,70	4,20	—	—	5,00	1,80	85,30
Preussische Kohlen.								
Loebejüner Grube	—	81,88	3,68	—	—	3,65	10,79	—
Wettiner Grube	—	77,53	5,13	—	—	5,30	12,04	—
Waldenburger Gottes Segen .	—	82,02	5,22			10,25	2,51	—
Oberschlesische Morgenroth .	—	74,57	4,82	2,00	—	16,14	4,47	—
Saarbrücker, Gerhardt . . .	—	72,38	4,46	—	—	15,05	8,11	—
Westphälische, Essen . . .	—	85,62	4,65	1,71	—	5,93	2,09	—
„ Bochum . . .	—	85,90	4,56	1,56	—	4,77	3,21	—
Sächsische Kohlen.								
Zwickau, Russkohle	—	82,10	5,30	0,60	0,30	10,40	1,10	—
„ Pechkohle	—	73,80	4,70	0,60	0,50	14,10	6,20	—

Zusammensetzung verschiedener Steinkohlenaschen.

Kohlen aus:	Westphälischen Zechen	Inde-Revier bei Aachen	Waldenburger Revier	Zwickauer Revier	England Bock Vein	England Ebbwale
Kieselsäure	27,36%	1,70%	31,30%	60,23%	40,00%	53,00%
Thonerde	22,55 „	2,21 „	8,31 „	31,36 „	44,78 „ (Thonerde und Eisenoxyd)	35,00 „ (Thonerde und Eisenoxyd)
Eisenoxyd	46,90 „	60,79 „	54,47 „	6,36 „		
Kalk	2,60 „	19,20 „	3,44 „	1,08 „	12,00 „	3,94 „
Magnesia	0,— „	5,03 „	1,60 „	0,35 „	Spur	2,20 „
Kali	0,30 „	0,35 „	0,07 „	0,11 „	„	—
Natron	0,237 „	0,08 „	0,29 „	—	„	—
Schwefelsäure	Spur	10,71 „	0,52 „	0,24 „	2,22 „	4,89 „
Phosphorsäure	0,54 „	nicht bestimmt	nicht bestimmt	nicht bestimmt	0,75 „	0,88 „
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	Muck	Kremers			Percy	

Die Steinkohlen sind so wenig, wie die Braunkohlen ein beim Lagern an der Luft unveränderliches Material, wie doch bisher angenommen wurde. Schon seit längerer Zeit ist man in den Gasanstalten durch die Erfahrung auf den Unterschied im Verhalten der gelagerten und frischen Kohlen, zu Gunsten der letzteren aufmerksam geworden; ferner hat man bei der Coksgewinnung gefunden, dass gelagerte Kohlen weniger backen als frische, oft sogar wahre Sandkohlen werden. Aber nicht blos die Beschaffenheit, auch das Gewicht der Steinkohlen ändert sich durch Sauerstoffaufnahme ganz erheblich. Durch die Verwitterung des Gehaltes am Schwefelkies kann auch das Gewicht der Kohlen zunehmen, aber diese Zunahme wird durch eine Veränderung in der Kohlensubstanz selbst weit überwogen.

Verwitterte Steinkohlen sind daher solche, welche durch längere Lagerung an der Luft sich in gewisser chemischer und physicalischer Beziehung verändern, und dabei an Heizkraft, Vercokungs- und Vergasungswerth, Backfähigkeit etc. eingebüsst haben.

Bei dieser Verwitterung verändern die Steinkohlen nicht oder kaum ihr Ansehen, specifisches Gewicht oder gar ihre Elementarzusammensetzung, sie ist die Folge einer Aufnahme von Sauerstoff, welcher einen Theil des Kohlenstoffs und Wasserstoffs zu Kohlensäure und Wasser oxydirt, anderntheils direct in die Zusammensetzung der Kohle eintritt; dabei tritt durch den einen oder andern Process ein Erwärmen der Kohlen ein. und während der Lagerung findet je nach der sich entwickelnden Temperaturerhöhung eine mehr oder minder energische chemische Einwirkung des Sauerstoffs auf die verbrennliche Substanz der Kohlen statt, anderntheils verläuft der Verwitterungs — Oxydationsprocess — so langsam, dass sich, wenn die Temperatur 170—190° C. nicht überschreitet, wie schon oben angedeutet, innerhalb Jahresfrist die Veränderungen technisch wie analytisch kaum mit Sicherheit feststellen lassen.

Für die Erklärung der Abnahme des Brennwerthes, Vercokungswerthes bezüglich der Quantiät, der Backfähigkeit und des Vergasungswerthes, welche die Kohlen

durch die Verwitterung erleiden, bedarf es nicht der von mehreren Seiten unterstellten Annahme einer „neuen Gruppirung der Atome“; vielmehr erklären sich nach Muck die angedeuteten Verschlechterungen hinreichend aus der absoluten und relativen Abnahme des Kohlenstoffs und Wasserstoffs und der absoluten Zunahme des Sauerstoffs, der in Folge der Verwitterung eintritt.

Wenn organische Substanzen von einfacher Constitution wie Alcohol, Aether, Chloroform erwärmt werden, so fangen sie an sich zu verflüchtigen und können unter geeigneten Umständen destillirt werden, ohne dass sie eine Zersetzung erleiden; nur wenn diese Substanzen über ihren Siedepunkt erhitzt und die Dämpfe durch glühende Röhren geleitet werden, so werden sie in andere Substanzen umgewandelt. Beim Aussetzen complicirterer Verbindungen, wie Zucker, Stärke, Holzfaser etc. höheren Wärmegraden fangen die näheren Bestandtheile desselben sehr bald an, eine Veränderung zu erleiden, die Farbe geht unter Entbindung von Wasser in ein immer dunkler werdendes Braun über und die Pflanzenkörper nehmen einen mehr oder weniger brenzlichen Geruch und Geschmack an. Werden complicirte organische Substanzen in möglichst trocknem Zustande in geschlossenen Gefässen bei Abschluss der Luft der Hitze ausgesetzt, so erfolgt nach der verschiedenen Beschaffenheit derselben unter Zersetzung entweder ein Schmelzen wie bei Zucker, Eiweiss, Horn, oder sie behalten ihre Gestalt, wie bei Holz, Knochen, Kohlen etc. dabei bilden sich aus ihren Elementen unter Abscheidung von Kohle nun mehr oder weniger flüchtige Verbindungen, theils gasförmige, theils flüssige, theils feste Producte, die durch Abkühlung condensirt werden können; daher die Operation als Destillation bezeichnet wird und zwar zum Unterschiede von der Destillation von Flüssigkeiten:

Trockene Destillation.

Beim vorsichtigen Erhitzen organischer zusammengesetzter Körper wie Holz, Torf in Destillationsapparaten sind je nach den Temperaturen verschiedene Zersetzungsperioden zu unterscheiden. Beim mässigen Erhitzen destillirt eine schwach

gelblich gefärbte wässrige, saure Flüssigkeit und es entwickelt sich hauptsächlich Kohlensäure neben etwas Kohlenoxyd. Bei einem bis zum schwachen Glühen gesteigertem Erhitzen wird das Destillat ölig, dunkler, stärker riechend und es entwickeln sich Kohlenwasserstoffe; bei starker Glühhitze destillirt ein mehr und mehr dickflüssiges und braunes Oel, der Theer, und es entwickelt sich Kohlenwasserstoffgas, besonders Sumpfgas und Wasserstoffgas. Im Rückstand bleibt Kohle.

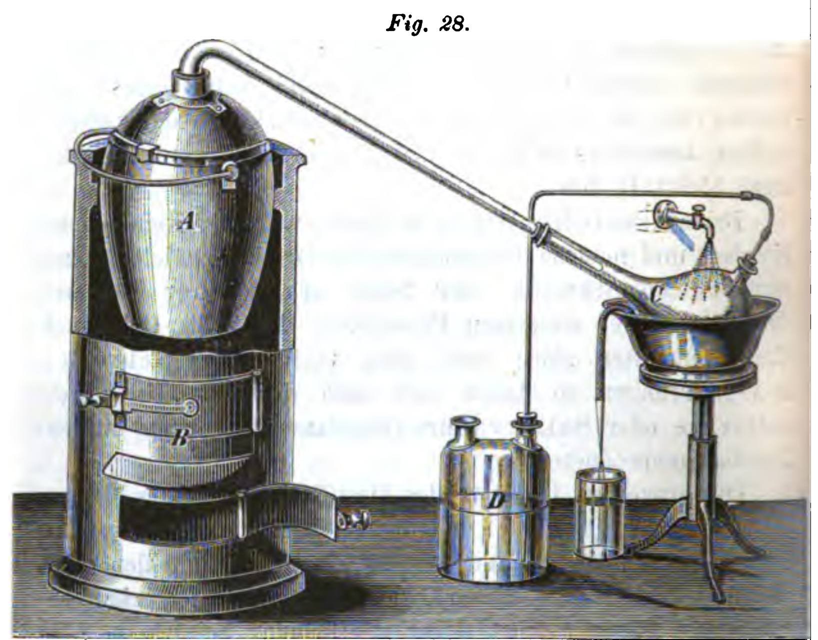
Bei stickstoffhaltigen Körpern, wie die Steinkohlen, Knochen und manche Braunkohlen bilden sich zugleich Ammoniacverbindungen oder Salze organischer Basen, die theils in der wässrigen Flüssigkeit, theils im Oele und Theer enthalten sind; sind auch Chlor oder Schwefel in Verbindungen, so finden sich auch diese als Chloride, Sulfurete oder Sulfocyanüre (Rhodanverbindungen) in den Destillationsproducten.

Die einzelnen Producte des Destillationsprocesses führen je nach ihrer Herkunft und ihrer chemischen Zusammensetzung verschiedene Namen. Das aus den Steinkohlen oder ähnlichen Materialien, Braunkohlen, Blätterschiefer erhaltene gasförmige Product führt seiner Bestimmung gemäss im Allgemeinen den Namen **Leuchtgas.** Das wässrige Destillat wird, wenn aus Steinkohlen gewonnen, als Gaswasser oder weil es viel kohlensaures Ammoniac gelöst enthält, als **Ammoniacwasser** bezeichnet. Die übrigen Destillate der Knochen werden **Thieröle**, die entsprechenden Producte, welche aus Holz, Torf, Braunkohle, Blätterschiefer erhalten werden und welche durch Kohlenflugstaub braun oder schwarz gefärbt sind, werden **Theere** genannt. **Holzkohle, Thierkohle, Coks** sind die Destillationsrückstände des Holzes, der Knochen, der Steinkohle.

Die Untersuchung dieser mannigfaltigen Materialien ist eine gleiche und beschränkt sich eigentlich nur auf eine in kleinem Maassstabe ausgeführte geschickt geleitete Nachahmung der fabrikmässigen Methoden; sie zerfällt in die Darstellung des Theeres und die fractionirte Destillation des Theeres.

Nach Feststellung des specifischen Gewichtes mittelst eines Picnometers und des Feuchtigkeitsgehaltes nach bekannten Methoden werden 5—10 Kilogramm der betreffenden

Fig. 28.



Apparat zur trockenen Destillation.
A. Retorte; B. Windofen; C. Vorlage; D. Woalf'sche Flasche.

Materialien von Erbsen- bis Haselnussgrösse in gusseiserne, schmiedeeiserne oder kupferne Retorten — A in Fig. 28 — gebracht oder in Ermanglung solcher in einer grossen eisernen Quecksilberflasche der trocknen Destillation unterworfen. Geeigneter für die Destillationen ist eine flachere Retorte, wie in — Fig. 29 — dargestellt, weil dieselbe keinen so hohen Steigraum für die schweren Theerdämpfe hat. Um in noch kleinerem Maassstabe die Schweelversuche anzustellen, lassen sich auch Retorten von schwer schmelzbarem Glase und langgestreckter Form,

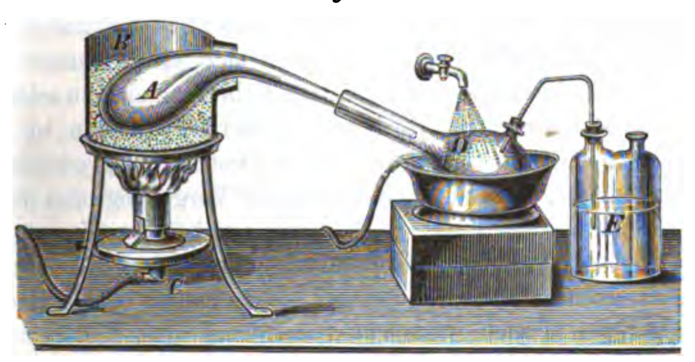
Fig. 29.



Retorte zur trockenen Destillation.

wie in — Fig. 30 — anwenden; auch hier ist die langgestreckte Form gewählt, um den Steigraum der Theerdämpfe zu vermindern, da sonst eine ungewöhnlich starke Vergasung eintritt und die Ausbeute an Theer dem entsprechend geringer wird. Ferner schliesst sich der Schweelprocess in einer derartig geformten Retorte weit mehr dem des Grossbetriebes an. Im ersteren Falle — Fig. 28 — passt an die Retorte, deren Deckel ausser dem Schraubenverschluss noch mit Lehm gedichtet ist, ein schräg geneigtes, an der einen Seite stumpfwinklig gebogenes nicht zu enges eisernes oder kupfernes Rohr, welches mit einer abzukühlenden Vorlage ohne Zwischenraum in Verbindung steht; im zweiten Falle — Fig. 30 — ragt der lange Retortenhals in

Fig. 30.



Apparat zur trockenen Destillation.

A. Gläserne Retorte; B. Sandbad; C. Gasbrenner; D. Vorlage; E. Woulf'sche Flasche.

eine Vorlage, die an der Verbindungsstelle gut gedichtet wird. An die Vorlagen reihen sich einige Woulf'sche Flaschen, die wiederum unter einander durch weite nicht zu lange Glasröhren verbunden sind. In die Vorlage wird eine bestimmte Menge verdünnter Schwefelsäure gebracht, um den abdestillirenden Theer consistenter zu machen und das entweichende Ammon zu binden. Die zugesetzte Menge verdünnter Schwefelsäure muss bei der Wägung des Theerwassers in Abrechnung gebracht werden. Die übrigen Destillationsproducte sammeln

sich in den folgenden Flaschen, die letzte Flasche wird noch mit loser Watte gefüllt, weil die entweichenden Gase die schweren Kohlenwasserstoffe, Paraffin etc. mit fortreissen und die letzteren sich als schmierige gelbe Massen daran absetzen.

Die Erwärmung der Materialien geschieht allmälig und steigert sich zuletzt bis zur Rothgluth. Hat die Feuchtigkeitsbestimmung einen bedeutend geringeren Wassergehalt als circa 15% ergeben, so ist es angezeigt, einen solchen durch Zusatz von etwas Wasser zu erzielen; die Destillation geht leichter von statten, weil die Kohlenwasserstoffe schneller durch die Wassergase mit fortgeführt werden. Anfänglich geht nur Wasser mit wenigen Oeltropfen über, später destilliren die theerartigen Producte, bis die zuletzt auftretenden weissen oder gelb-braunen Dämpfe den Endpunkt der Destillation anzeigen. Die Destillation währt circa 2½—3 Stunden und sollten vor dieser Zeit schon die weissen oder gelben Dämpfe auftreten, so ist dies ein Zeichen, dass die Erhitzung eine zu schnelle ist. Die allmälig vermehrte Hitze bei der Destillation ist von wesentlichem Einflusse auf die Art der Destillationsproducte, da bei zu schneller Erhitzung eine zu starke Vergasung und daher Theerverluste eintreten; d. h. es treten bei der Zersetzung der Kohlen in hoher Temperatur ganz andere Moleculargruppirungen ein; Verbindungen von hohem Moleculargewichte spalten sich in solche von geringerem Moleculargewicht. Die Körper der Paraffinreihe verschwinden fast ganz, indem eben auf der einen Seite kohlenreichere, auf der andern Seite weit wasserstoffreichere Körper aus ihnen entstehen; die letzteren treten dann sämmtlich als permanente Gase auf. Eine langsame Erhitzung begünstigt die Bildung der der Grubengas und Aethylenreihe angehörigen Kohlenwasserstoffe wie Photogen, Paraffin etc.; während schnelle Erhitzung die Bildung der Körper der aromatischen Kohlenwasserstoffgruppe veranlasst. Ein interessantes Beispiel liefert hierzu die Zwickauer Glanzkohle, also Steinkohle bei verschiedenen Temperaturen behandelt.

Beim langsamen Erhitzen in einer Retorte bis zur Rothgluth liefert dieselbe Theer aus Photogen, Solaröl,

Schmieröl, Paraffin, Kreosot bestehend; bei rascher Destillation, dieselbe Kohle in eine glühende Retorte geladen, wird das Photogen des Theeres durch Benzol, Toluol etc. und das Paraffin durch Naphtalin und Anthracen ersetzt, gleichzeitig ist mehr Kreosot etc. vorhanden.

Ergebnisse der Zwickauer Glanz-Kohle:

	bei langsamer	bei rascher Destillation.
Coks	60,00 %	50,00 %
Ammoniacwasser .	10,70 „	7,70 „
Theer	12,00 „	10,00 „
Gas und Verlust .	17,80 „	32,30 „
	100,00 —	100,00 — Stohmann.

Ganz ähnliche Erscheinungen zeigen sich bei der Destillation des Holzes, Torfes, Braunkohlen und bituminösen Schiefer; aber nicht bloss die reinen Kohlenwasserstoffe erfahren eine so verschiedene Umsetzung, sondern auch deren Oxydations- und Stickstoffproducte; so bilden sich bei niederer Temperatur Essigsäure und deren Homologe; bei höherer Temperatur fast nur Carbolsäure; bei niederer Temperatur bilden sich die Basen der Pyrrholreihe Piccolin, Lutidin, Viridin; bei höherer Temperatur dagegen Aethylamin, Propylamin, Amylamin, Anilin etc.

Sehr hohe Temperaturen können sogar bewirken, dass der grössere Theil des Kohlenstoffes, der Kohlenwasserstoffe abgeschieden wird, während wasserstoffreiche Verbindungen gebildet werden; und kann selbst noch eine Zersetzung dieser Körper eintreten, so dass eine vollkommene Spaltung in Kohlenstoff und Wasserstoff stattfindet.

Nach Vollendung der Destillation wird die Coksmenge resp. der Kohlenrückstand gewogen; der Theer von der wässrigen Flüssigkeit getrennt, gewaschen und gut getrocknet. Nach dieser Operation wird das specifische Gewicht des Theeres mittels Picnometer bestimmt und darauf die Theermenge einer ferneren Destillation unterworfen.

Die Ausbeuten der verschiedenen Materialien und Eigenschaften der Theere etc. werden bei den einzelnen Abschnitten

angegeben, hier folgen daher nur die Mittheilungen über Steinkohlenproducte und zwar:

Ausbeuten der 5 Gruner'schen Kohlentypen etc. am Gas, Ammoniacwasser und Theer.

Typen	Gas	Ammoniac-wasser	Theer	Flüchtige Bestandtheile	Coks
1. Sandkohlen	20—30 %	12—5 %	18—15 %	45—40 %	50—60 %
2. Gaskohlen	20—17 „	5—3 „	15—12 „	40—32 „	60—68 „
3. Schmiedekohlen . . .	16—15 „	3—1 „	13—10 „	32—26 „	68—74 „
4. Cokskohlen	15—12 „	1—1 „	10— 5 „	26—18 „	74—82 „
5. Magere Kohlen . . .	12— 8 „	1—0 „	5— 2 „	18—10 „	82—90 „

Cannelkohle mit gewöhnlicher Steinkohle, wie in England gebräuchlich, lieferte nach verschiedenen Methoden:

in Manchester	20,01 %	7,40 %	8,50 %	35,00 %	65,00 %
„ Dankinfield	20,40 „	7,85 „	7,40 „	32,16 „	67,84 „
„ Macclesfield	20,70 „	7,50 „	5,80 „	35,00 „	65,00 „
Kohle von Anzin und Mons	10,50 „	7,21 „	6,73 „	24,54 „	75,46 „
Oberschlesische Kohle . .	20,80 „	8,50 „	6,30 „	36,66 „	63,34 „
Niederschlesische Kohle .	18,15 „	6,42 „	7,20 „	33,82 „	66,18 „
Westphälische Kohle . .	18,15 „	7,30 „	5,50 „	32,00 „	68,00 „
Zwickauer Kohle	23,17 „	8,50 „	9,23 „	40,90 „	57,10 ,
Saarbrücker Kohle . . .	17,12 „	6,53 „	6,20 „	32,85 „	67,15 „

Der Steinkohlentheer ist eine schwarze, ölige, eigenthümlich riechende Flüssigkeit, deren specifisches Gewicht zwischen 0,85—1,15 schwankt. Der Hauptsache nach besteht

derselbe aus einer Reihe von Kohlenwasserstoffen, ausserdem aus neutralen, sauren und basischen Körpern, deren Verhältniss durchaus kein constantes ist, sondern nach dem Ausgangsmaterial, sowie nach langsamer oder beschleunigter Destillation wechselt.

Fig. 31.



Destillationskolben.

Der Theer wird nun in einen Destillationskolben — Fig. 31 — gebracht und in geeigneter Weise mit einem Kühler etc. wie bei der fractionirten Destillation — Seite 90 — angegeben, verbunden.

Bei Beginn der Destillation entweichen zuerst Gase, die aus dem im Theer gelösten Leuchtgase bestehen. Die ersten übergehenden Mengen sind Wasser mit leicht flüchtigen Oelen — Naphthaessenz — von 0,70—0,750 specif. Gewicht, denn dieser sogenannte **Vorlauf** — first runnings — trennt sich in zwei Schichten beim Stehen, in eine wässrige und eine Naphtha haltige. Der Vorlauf beträgt ungefähr 2—4°/o und es destilliren, nachdem durch das Entweichen der Wasserdämpfe das unruhige Sieden aufgehört hat, ungefähr 7—8°/o — **leichte Steinkohlentheeröle** — Huile legères; Light oil; Crude Naphta — von einem specifischen Gewichte von 0,750—0,850, dann steigt die Temperatur bis zu 210°, wobei bereits beträchtliche Mengen Naphtalin mit übergerissen werden. Es ist die Gegenwart dieses Körpers leicht zu erkennen, dass einige Tropfen des Destillates auf eine kalte Unterlage gebracht werden; dabei erstarrt das Naphtalin zu einer gelben butterartigen Masse. Zwischen 216—230° destilliren die **Mittelöle** — Huiles moyenennes, Carbol oile — second light oil, — von 0,850—0,910 specifischem Gewichte und von 230—400, die **schweren Steinkohlentheeröle** — Huiles lourdes; Heavy oil; Dead oil, Creosote oil — von 0,920—1,100 specifischem Gewichte und zwar anfänglich noch erstarrende naphtalinhaltige Oele, die besonders aufgefangen werden,

Ausbeuten des Steinkohlentheeres an verschiedenen Oelen etc.

Theer von:	**Englischen** Kohlen		**Westphälischen** Kohlen		**Oberschlesischen** Kohlen		**Niederschlesischen** Kohlen	
Spec. Gew. des Theeres	1,140		1,130		1,135		1,135	
	Spec. Gew.	Procente.	Spec. Gew.	Procente.	Spec. Gew.	Procente.	Spec. Gew.	Procente.
Leichte Oele	0,870	7,15 %	0,865	6,23 %	0,860	7,42 %	0,860	5,89 %
Mittelöle	0,910	8,42 „	—	—	0,895	6,62 „	0,900	7,95 „
Schwere Oele . . .	1,050	25,83 „	1,005	24,82 „	1,035	21,50 „	1,022	22,00 „
Naphtalin	—	2,14 „	—	1,15 „	—	8,40 „	—	4,12 „
Anthracen	—	0,45 „	—	—	—	0,62 „	—	0,53 „
Pech (Asphalt) . . .	—	50,92 „	—	61,20 „	—	54,23 „	—	52,61 „
Ammoniacwasser . .	—	3,58 „	—	} 6,60 „	—	4,11 „	—	5,00 „
Verluste	—	1,51 „	—		—	2,10 „	—	1,90 „
		100,00 —		100,00 —		100,00 —		100,00 —

dann bleibt bis 300° C die Consistenz wieder dünnflüssig, es sind die Creosotöle und endlich zwischen 300—400° destilliren die meist grün gefärbten, beim Erkalten erstarrenden Oele — die Anthracenoele — green grease. Wird die Destillation nicht zu weit getrieben, so bleibt im Rückstande **Pech** — **künstlicher Asphalt**, — sonst wenn nichts mehr übergeht, **Coks**. — Siehe Tabelle Seite 150 —.

Nachstehende Tabelle giebt eine Zusammenstellung der Handelsartikel, welche als Endresultate bei der Destillation des Steinkohlentheeres gewonnen werden; es ist dabei zu bemerken, dass bei den verschiedenen Destillationen inclusive Reinigung nicht unbedeutende Verluste eintreten und dass selbstverständlich je nach der Beschaffenheit des Theeres die Verhältnisse Schwankungen unterworfen sind.

Steinkohlentheer: 10,50% **leichtes Oel**	0,55% **Benzol** bis 100° C. siedend	1,40%	zur Anilinfabrikation.
	0,85 „ „ „ 130 „ „		
	0,48 „ **Benzin** I „ 130—150° „	1,58 „	zu Fleckwasser.
	1,10 „ „ II „ 150—180° „		
	1,25 „ **Putzöl** 180—200° „		
	0,33 „ **krystallisirte Carbolsäure**		
	0,48 „ **flüssige Carbolsäure** mit wenig Cresylsäure.		
27,00% **schweres Oel**	3,20 „ **flüssige Cresylsäure** mit wenig Carbolsäure.		
	23,00 „ **schweres Oel** zu Imprägnirungszwecken.		
57,00% **Pech**	11,90 „ **Schmieröl**	21,70%	Verlust an Zersetzungsproducten.
	23,40 „ **Coks**		
5,50%	**Ammoniacwasser** und Verlust.		
100,00			

Der Vollständigkeit halber folgen hier noch die Bestandtheile der:

Zersetzungsproducte der trocknen Destillation der Steinkohlen.

I. Leuchtgas.

1. **Lichtträger** oder verdünnende Bestandtheile	Wasserstoff	H_2
	Grubengas	$C\ H_4$
	Kohlenoxyd	$C\ O$

2. **Lichtgeber** oder leuchtende Bestandtheile	Acetylen	$C\ H_2$
	Aethylen	$C_2\ H_4$
	Propylen	$C_3\ H_6$
	Butylen	$C_4\ H_8$
	Allylen	$C_3\ H_4$
	Crotonylen	$C_4\ H_6$
	Teren	$C_5\ H_8$
	Benzol und Homologe	$C_6\ H_6$ etc.
	Styrol	$C_8\ H_8$
	Naphtalin	$C_{10}\ H_8$
3. **Verunreinigende Bestandtheile.**	Stickstoff	N_2
	Kohlensäureanhydrid	$C\ O_2$
	Ammoniac	$N\ H_3$
	Cyan	$(C\ N)_2$
	Cyanwasserstoff	$H\ C\ N$
	Cyanmethyl	$C\ H_3.C\ N$
	Schwefelwasserstoff	$H_2\ S$
	Schwefelkohlenstoff	$C\ S_2$
	Phenylsenföl*)	$C_6\ H_5.N\ C\ S$
	Kohlenoxysulfid	$C\ O\ S$

*) Von dem Phenylsenföl soll der eigenartige Geruch des Leuchtgases herrühren.

II. Theer.

1. Neutrale Körper des Steinkohlentheeres.

		Formel	Schmelzpunkt	Siedepunkt
Kohlenwasserstoffe der Fettkörperreihe	Crotonylen	$C_4\ H_6$	flüssig	25° C.
	Amylen	$C_5\ H_{10}$	„	30 „
	Hexylen	$C_6\ H_{12}$	„	71 „
	Hexoylen	$C_6\ H_{10}$	„	85 „
	Paraffin	$C_n\ H_{2n} + 2$	fest	ca. 400 „

		Formel	Schmelzpunkt	Siedepunkt
Kohlenwasserstoffe der aromatischen Reihe.	**Benzol**	C_6H_6	+ 3° C.	81° C.
	Toluol	C_7H_8	flüssig	111 „
	Orthoxylol (Methyltoluol) . . .	C_8H_{10}	„	141 „
	Metaxylol . . .	C_8H_{10}	„	141 „
	Paroxylol . . .	C_8H_{10}	15° C.	137 „
	Styrol	C_8H_8	flüssig	146 „
	Mesitylen . . .	C_9H_{12}	„	163 „
	Pseudocumol . .	C_9H_{12}	„	166 „
	Terpen	$C_{10}H_{16}$	„	171 „
	Cymol	$C_{10}H_{14}$	„	175 „
	Naphtalinhydrür .	$C_{10}H_{10}$	„	205 „
	Naphtalin . . .	$C_{10}H_6$	80° C.	217 „
	Methylnaphtalin .	$C_{11}H_{10}$	18 „	243 „
	Diphenyl	$C_{12}H_{10}$	71 „	254 „
	Acenaphten . . .	$C_{12}H_{10}$	99 „	280 „
	Fluoren	$C_{13}H_{10}$	113 „	295 „
	Phenanthren . .	$C_{14}H_{10}$	100 „	340 „
	Fluoranthen . . .	$C_{15}H_{10}$	109 „	üb. 360 „
	Pseudophenanthren	$C_{16}H_{12}$	115 „	„
	Anthracen . . .	$C_{14}H_{10}$	213 „	„
	Methylanthracen .	$C_{15}H_{12}$	200 „	„
	Pyren	$C_{16}H_{10}$	149 „	„
	Chrysen	$C_{18}H_{12}$	250 „	„
	Chrysogen . . .		290 „	„
	Parachrysen . .		320 „	„
Verschiedene neutrale Körper	Schwefelkohlenstoff	CS_2	flüssig	47 „
	Aethylalcohol . .	C_2H_6O	„	78 „
	Acetonitril . . .	C_2H_3N	„	82 „
	Wasser	H_2O	„	200 „
	Carbazol	$C_{12}H_9N$	238° C.	355 „
	Phenylnaphtylcarbazol	$C_{16}H_{11}N$	330 „	üb. 400 „
	Kohlenflugstaub .	—	—	—

2. **Säuren im Steinkohlentheer.**

		Formel	Schmelzpunkt	Siedepunkt
Anorganische Säuren	Kohlensäure . . .	$C\ O_2$	—	—
	Schwefelwasserstoff	$H_2\ S$	—	—
Kohlenwasserstoffsäuren	Blausäure . . .	$C\ N\ H$	—	—
	Essigsäure . . .	$C_2\ H_4\ O_2$	17° C.	119° C.
	Carbolsäure . . .	$C_6\ H_6\ O$	42 „	182 „
	Orthokresol . . .	$C_7\ H_8\ O$	31 „	188 „
	Metakresol . . .	$C_7\ H_8\ O$	flüssig	201 „
	Parakresol . . .	$C_7\ H_8\ O$	36° C.	199 „
	Xylenol	$C_8\ H_{10}\ O$		

3. **Basen im Steinkohlentheer.**

		Formel	Schmelzpunkt	Siedepunkt
Kohlenwasserstoffbasen.	**Ammoniac** . . .	$N\ H_3$	Gas	
	Pyridin	$C_5\ H_5\ N$	flüssig	115° C.
	Pyrrol.	$C_4\ H_5\ N$	„	126 „
	Piccolin	$C_6\ H_7\ N$	„	134 „
	Lutidin	$C_7\ H_9\ N$	„	154 „
	Collidin	$C_8\ H_{11}\ N$	„	179 „
	Anilin	$C_6\ H_7\ N$	„	182 „
	Parvolin	$C_9\ H_{13}\ H$	„	188 „
	Corindin	$C_{10}\ H_{15}\ N$	„	211 „
	Rubidin	$C_{11}\ H_{17}\ N$	„	230 „
	Chinolin	$C_9\ H_7\ N$	„	239 „
	Viridin	$C_{12}\ H_{19}\ N$	„	251 „
	Lepidin	$C_{10}\ H_9\ N$	„	257 „
	Cryptidin . . .	$C_{11}\ H_{11}\ N$	„	274 „
	Acridin	$C_{12}\ H_9\ N$	107° C.	üb.360 „

4. **Asphalt bildende Bestandtheile**

- Anthracen
- Brandharze
- Kohle.

III. Ammoniacwasser.

Haupt-bestand-theile	Kohlensaures Ammonium	$2 (NH_4)_2 CO_3 + CO_2$
	Schwefelammonium	$(NH_4)_2 S$
Neben-bestand-theile	Chlorammmonium	$NH_4 Cl$
	Cyanammonium	$NH_4 (CN)$
	Schwefelcyanammonium	NH_4, CNS

IV. Coksrückstand.

Kohlenstoff	90—95%
Schwefeleisen $Fe_7 S_8$. Erdige Bestandtheile .	10— 5 „
	100

5. Eigenschaften und Zusammensetzung der Braunkohlen.

Physicalische und chemische Eigenschaften, durch welche auf alle Fälle eine Kohle als Braunkohle characterisirt und von den übrigen Kohlenarten unterschieden werden könnte, sind nicht vorhanden. Kohlen verschiedener Formationen sind mitunter zum Verwechseln ähnlich. So ist z. B. bei Malowka in Russland eine Steinkohle gefunden worden, welche zum Theil ganz das Ansehen einer Braunkohle und zwar einer jüngeren besitzt, so dass erst genaue wissenschaftliche Untersuchungen das Vorkommen als zur Steinkohlenformation gehörig festgestellt haben. Nach Zinke können nur die geologischen und paläontologischen Verhältnisse, unter welchen eine Kohle auftritt, bei Bestimmung des relativen Alters derselben als massgebend angesehen werden und werden die Unterschiede, dass Kalilauge unter Bildung von ulminsaurem Kalium — wahrscheinlich auch **Phlobaphen** — durch Braunkohle dunkelbraun gefärbt wird, während durch Steinkohle nicht, fälschlich angeführt; indem auch englische Steinkohlen, und zwar die sogenannten trocknen Kohlen, ein gleiches Resultat geben, während die Braunkohlen der nördlichen alpinen Tertiärformationen diese Eigenschaften verlieren, sobald sie den Character der Fettkohle annehmen. Nach Kremers soll die Braunkohle in den Producten der

trocknen Destillation stets freie und an Ammonium gebundene Essigsäure, die Steinkohle dagegen keines von beiden, sondern freies Ammoniac liefern; aber auch diese Eigenschaft gilt weder für alle Braunkohlen noch für alle Steinkohlen. Immerhin ist es nothwendig, das Verhalten der Kohlen beim Behandeln mit concentrirten Reagentien, während mehrerer Jahre bei gewöhnlicher Temperatur nach Percy anzuführen:

Einwirkung concentrirter Reagentien auf Steinkohlen, Braunkohlen etc.

	Salpetersäure	Schwefelsäure	Ueberchlorsaur. Natrium	Kalilauge
Braunkohlen	Völlig zersetzt; Lösung hellgelb; Rückstand weiss.	Völlig zersetzt; Lösung blassorangeroth; Rückstand weiss.	Stark angegriffen; Lösung tiefroth und dick; Rückstand stark gefärbt.	Stark angegriffen; Lösung sehr tiefroth und dick; Rückstand stark gefärbt.
Steinkohlen	Stark angegriffen; Lösung gelblich grün; Rückstand braun, dunkel.	Stark angegriffen; Lösung wie heller Portwein gefärbt; Rückstand stark gefärbt.	Wenig angegriffen; Lösung gelblich braun; Rückstand nahe schwarz.	Noch weniger angegriffen; Lösung hellgelblich grün; Rückstand fast schwarz.
Anthracit	Scheinbar angegriffen; ungefärbte Flüssigkeit; schwarzer Rückstand.	Wenig angegriffen; Lösung hellroth; Rückstand stark gefärbt.	Wenig angegriffen; Lösung hellgelb; Rückstand fast schwarz.	Sehr wenig angegriffen; Lösung gelblich gefärbt; Rückstand fast schwarz.

Ein anderer characteristischer Unterschied zwischen Steinkohle und Braunkohle ist nach Richters, dass Steinkohle beim Trocknen bei 150° C. allmählig bis zu einem gewissen Minimum an Gewicht verliert, dann aber wächst das Gewicht wieder in Folge einer Oxydation; Braunkohle zeigt diese Gewichtszunahme nicht.

Nach Versuchen von Schinnerer u. Morawsky entsteht bei der Einwirkung schmelzender Aetzalkalien auf Braunkohlen neben andern Producten stets **Brenzcatechin**, welches wahrscheinlich als Zersetzungsproduct der in den Braunkohlen enthaltenen **Phlobaphene** sich gebildet hat, die beim Schmelzen mit Alcali zunächst **Protocatechusäure** und später Brenzcatechin liefern. Die Braunkohle kommt sowohl in Form von Holz (Lignit), Blättern, Stengeln etc. vor, an welcher ihre Entstehung aus Pflanzentheilen noch deutlich ersichtlich ist, als auch in amorphen, dichten, schiefrigen, körnigen Massen, welche alle Pflanzenstructur verloren haben. Der Bruch ist eben bis uneben, glatt, dicht, klein- bis grossmuschlig, splittrig, schiefrig, fasrig mit Holztextur. Die gemeine Braunkohle zeigt keine Spaltbarkeit, die lignitische nach der Richtung der Längsfaser des Holzes; die Schieferkohle, der Dysodil, die Blattkohle nach der Richtung der Schichtungsflächen.

Die gemeine Braunkohle, die Pechkohle, die Glanzkohle sind meistens mehr oder weniger regelmässig geschichtet, zeigen im Flötze auch gewöhnlich vertical auf den Schichtungsflächen oder der Flözebene stehende, oft ganz glatte, bei den Pech- und Glanzkohlen mitunter buntfarbig angelaufene oder mit Eisenkies überzogene Absonderungs- und Kluftflächen, so dass sie in würfelförmige oder parallelopipedische grössere oder kleinere Stücke zerfallen. Der Eisenkies findet sich in der rhombischen Form als Vitriolkies und giebt wie bei den Steinkohlen Veranlassung zu Selbstentzündungen; aber auch zur Bildung von Eisenvitriol und Alaun.

Wie Steinkohlen, enthalten auch die Braunkohlen Gase eingeschlossen, diese bestehen aber nicht aus Kohlenwasserstoffen, sondern vorherrschend aus Kohlensäure.

Zusammensetzung der Gase in Braunkohlengruben.

	Kohlensäure	Kohlenoxyd	Stickstoff	Sauerstoff
Böhmische Patentbraunkohle	89,66 %	1,80 %	8,03 %	0,51 %
	82,40 „	3,00 „	14,15 „	0,45 „
Braunkohle, gering. Qual.	83,89 „	1,04 „	14,91 „	0,65 „

Zitowitsch.

Die Braunkohle gehörig getrocknet absorbirt Gase. namentlich Sauerstoff wie solches auch von der Holzkohle bekannt ist und insbesondere bituminöses Holz; so absorbirte nach G. Bischoff, Lignit von Pützchen innerhalb acht Tagen 11°/o Sauerstoff. Trockne Braunkohlen absorbiren durchschnittlich an der Luft das Doppelte ihres Volumens; Braunkohlencoks soll das fünffache aufzunehmen im Stande sein.

Der Absorbtion von Sauerstoff durch die Braunkohlen wird zum Theil das nicht seltene Vorkommen von verdorbener Luft in den Braunkohlengruben zugeschrieben, welche gehörige Wetterwechsel nicht haben. Unter dem Einflusse der Atmospharilien leidet die Braunkohle, namentlich in den erdigen und lignitischen Varietäten, mehr oder weniger an ihrer Consistenz, zerfällt in Stücke und zum Theil in Pulver und verliert einen grösseren oder geringeren Theil an bituminösen Bestandtheilen. Die zu Tage ausgehenden oder nur wenig bedeckten oberen Flöztheile haben durch wesentliche Veränderung andere Beschaffenheit, als die unteren Flözparthieen.

Wird die Braunkohle unter Luftzutritt auf einer Porcellanschale erhitzt, so zeigt sich, ob sich dieselbe leicht oder schwer entzündet, ob sie zusammensintert oder zerfällt, ob sie mit kurzer oder langer, mehr oder weniger intensiver, mehr oder weniger russender, mehr oder weniger leuchtender Flamme verbrennt oder nur glüht, ob mehr oder weniger Asche zurückbleibt. Die meisten Braunkohlen können leicht entzündet werden, verbrennen mit schwacher, russender Flamme unter Entwicklung eines unangenehmen harzig, talgartigen Geruches.

Nicht die letzterwähnten Eigenschaften des Verhaltens der Braunkohle in der Hitze, werden wie bei der Steinkohle zur Eintheilung benutzt, sondern allgemeine Gruppirungen, welche mit einer specifischen Trennung nicht verglichen werden können, da sie derjenigen Schärfe entbehrt, welche bei wissenschaftlichen resp. technischen Species Bedingung ist.

1. **Gemeine Braunkohle**; **Feuerkohle**; derbe, mehr oder weniger feste und dichte Massen, mit dichten bis ins erdige übergehendem ebenen bis flach muschligem, mattem oder schwach-

schimmerndem Bruche, von hellbrauner bis schwarzbrauner Farbe, von fettglänzendem Striche; vermittelt den Uebergang von Erdkohle in Pechkohle und erfolgt beim Abbau als **Stückkohle**; als **Knorpelkohle** und als Gruss zu **Formkohle**.

2. **Erdige Braunkohle**; **Kleinkohle**; **bituminöse Holzerde**, bildet mehr oder weniger leicht zerreibliche Massen von gelblicher, hellbrauner bis dunkelbrauner, braunrother Farbe, von mattem und unebenem Bruche, rauh anzufühlen, ohne alle organische Structur. Die helleren bituminöseren Sorten, welche gewöhnlich in den oberen Flözparthieen vorkommen, geben eine längere; die dunkleren, aus den unteren Flözparthieen, eine kürzere aber intensivere Flamme. Als Varietäten finden sich:

a. **Schweelkohle** wird zur Photogen- und Paraffinfabrikation gewonnnen, eine sehr helle Gattung, wird wegen ihrer Ergiebigkeit **Paraffinkohle** genannt.

b. **Schmierkohle** dient zur Anfertigung von Kohlensteinen.

c. **Aschengrund** aus dem Brühler Bergreviere, die Asche dient zur Düngung.

d. **Kölnische Umbra** oder **Erde** als Farbemittel benutzt,

e. **Russkohle**, eine mulmige Kohle in Böhmen.

3. **Lignit**; **holzige Braunkohle**, **fasrige Braunkohle**, **bituminöses Holz**; Holzmassen mehr oder weniger fossilirt, gelb bis dunkelbraun. Härte 1—2; specifisches Gewicht 0,6—1,4; Bruch dem Character des Holzes entsprechend, Varietäten: a. **Bastkohle**; b. **Nadelkohle**.

4. **Schieferkohle**, schiefrig dicht, bräunlich schwarz bis schwarz, Bruch matt glänzend, uneben.

5. **Papierkohle**; **Dysodil**, **Stinkkohle**, **Blätterschiefer**, Papierdeckel am Rhein. Papierdünne, leicht von einander trennbare, biegsame, zähe Lagen, von grauer, blass bis dunkelbrauner Farbe, matt bis schimmernd, Härte 1; enthält neben Pflanzentheilen auch wohlerhaltene Insecten, Fische, Frösche, endlich Crocodilreste, Vogelfedern und gehört eigentlich zu den Bituminolithen, es ist aber noch zu deutlich der pflanzliche Character zu erkennen.

6. **Blattkohle, Blätterkohle, Laubkohle**, aus sehr dünnen übereinander liegenden Pflanzenblättern gebildet.

7. **Schilfkohle**, in schilfartigen, längsgestreiften Parthieen, sehr dünne bandartige Lagen bildend.

8. **Moorkohle; uliginose Braunkohle**, derb ohne Holztextur von dünnem unebenem flachmuschligem Bruche und zum Theil dickschieferig, meistens locker, schwammig und zerbrechlich, dunkelbraun bis pechschwarz, matt schimmernd oder wenig glänzend; specifisches Gewicht = 1,2—1,3; Härte 2,5. schliesst häufig grosse und kleine Reste von Sumpfgewächsen ein. Die Moorkohle ist meistens Begleiter der Lignitablagerungen und in deren unteren Parthieen und deren Zwischenräumen abgesetzt.

7. **Pechkohle, Spiegelkohle**, derb, mehr oder weniger spröde, mitunter etwas zähe, selten sehr fest, schwarzbraun bis pechschwarz; wachs- oder schwach pechglänzend, Bruch unvollkommen bis flachmuschlig, Strich braun, Härte 2,5, specifisches Gewicht = 1,2—1,3. Die Pechkohle bildet theils selbstständige Flöze, theils Schichten des Kohlenlagers der gemeinen Braunkohle oder der erdigen Braunkohlenflöze und findet sich in der Nähe eruptiver, feuerflüssig gewesener Gesteinsmassen.

10. **Glanzkohle**, derb, vollkommen muschlig, dunkelschwarz, sammtschwarz, fett bis glas und metallglänzend; die festeste und härteste Varietät der Braunkohlen; Härte 2,5—3,00; spec. Gewicht = 1,2—1,5; häufig backend.

11. **Gagat; Jet, Jaget, Azabache**, schwarzer Bernstein, schwarzer Agstein. Der Name Gagat stammt von dem Flüsse „Gages“ in Lycien, an dessen Mündung er der Sage nach sich erzeugte. Eine dichte, vollkommen muschlige, sammt bis pechschwarze mineralische Kohle, so fest und wenig spröde, dass sie sich feilen und poliren lässt und daher zu Schmucksachen verarbeitet wird.

12. **Stängliche Braunkohle** oder Braunkohle mit stänglicher Absonderung, prismatische 4—6 seitige Säulchen von brauner Farbe, etwas fester als gemeine Braunkohle, aber sonst von derselben Beschaffenheit, wie diese.

In den Braunkohlen finden sich im Ganzen spärlich als Nebenproducte bei der Bildung organische Stoffe, die als besondere Fossilien unterschieden werden und theils fettartige krystallinische Körper, wie **Scheererit, Naphteïn**, oder harzige wie **Elaterit, Retinit, Pyropyssit**, oder eigener Art sind, wie **Honigstein** = honigsteinsaurer Thonerde mit Wasser, in den Braunkohlenlagern bei Artern in Thüringen und Luschitz in Böhmen.

Die Braunkohle hat je nach ihrer äusseren Beschaffenheit und je nach den Verhältnissen ihres Vorkommens eine sehr verschiedene Zusammensetzung. Die bituminöse, hellgelbe, erdige Braunkohle der Provinz Sachsen ist wesentlich anders constituirt als die Stängelkohle des Meissner etc.; der Lignit des Westerwaldes anders als die Glanzkohle und die dunkelbraune Erdkohle von Mertendorf in Preussen, anders als die Pechkohle von Echelsbach in Bayern. Die eocänen Braunkohlen enthalten im Allgemeinen relativ mehr Kohlenstoff als die miocänen und pliocänen, diese dagegen mehr Sauerstoff als jene. Treten mehrere Flöze in einem Kohlenlager auf, so schliessen sie selten Kohlen von gleicher Beschaffenheit ein, sondern häufig mehr oder weniger anders geartete und anders zusammengesetzte Kohlen und selbst in demselben Flöze kommen, wie oben — Seite 158 — bereits angegeben Kohlen von anderer Zusammensetzung vor.

Es ist nach solchen Verschiedenheiten und Wechseln, sowie bei der Unmöglichkeit, eine nähere Durchschnittsprobe herzustellen, nicht zu erwarten, dass die Analysen den mittleren Elementarbestand wirklich geben, sie sind nur als Annäherungen dazu zu betrachten. Die Durchschnittszusammensetzung ist im Allgemeinen

für:	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Asche
aschenfreie Braunkohle	66,53 %	5,58 %	27,89 %	
aschenhaltige Braunkohle	60,50 „	5,08 „	25,36 „	9,05 %
dieselbe in runden Zahlen	60 „	5, „	26 „	9 „

im Besonderen:

Elementarzusammensetzung der Braunkohlen.

Fundort und Art der Kohlen	Spec. Gewicht	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff und Stickstoff	Schwefel	Asche	Hygroskopisches Wasser	Analytiker
Preussische Kohlen								
Meissner, Glanzkohle . .	1,30	82,00 %	4,20 %	5,90 %	3,90 %	4,00 %	—	Graeger
„ Pechkohle . .	1,20	62,18 „	5,47 „	18,05 „	9,30 „	5,60 „	—	„
Siebengebirge, gew. Braunk.	—	77,10 „	2,54 „	19,35 „	—	1,00 „	—	Karsten
Cöln, Umbra	2,20	66,42 „	4,98 „	17,11 „	—	5,49 „	—	„
Riestädt, Lignit	1,10	61,13 „	5,09 „	31,95 „	—	1,83 „	—	F. Bischoff
Voigtstädt, Erdkohle . . .	1,24	49,15 „	4,45 „	32,25 „	—	14,15 „	49,20 %	„
Westerwald, Lignit . . .	—	70,26 „	6,40 „	21,40 „	—	1,90 „	48,50 „	Casselmann
„ Blätterkohle .	—	62,80 „	6,70 „	17,30 „	—	11,00 „	24,60 „	„
„ Papierkohle .	—	62,50 „	6,76 „	19,43 „	—	11,01 „	—	„
Perleberg, Erdkohle . . .	—	64,00 „	5,00 „	27,50 „	—	3,30 „	17,30 „	Heintz
Bayrische Kohlen								
Echelsbach, Pechkohle . .	1,30	73,84 „	3,91 „	12,25 „	1,60 „	8,32 „	—	Schafhäutel
Regensburg, Lignit . . .	—	63,70 „	5,80 „	29,40 „	—	0,90 „	45,60 „	Till

Oestreichische Kohlen								
Wildshut, lignitische Braunkohle	1,30	53,79 „	4,26 „	25,39 „	0,98 „	15,58 „	26,15 „	Schrötter
Thallern, schwarzbr. Lignit	1,41	49,59 „	3,81 „	22,68 „	4,56 „	19,34 „	22,58 „	„
Grünbach, Pechkohle . .	1,30	69,66 „	4,29 „	19,13 „	1,97 „	6,92 „	6,57 „	„
Grünlas, Spiegelkohle . .	1,15	73,79 „	7,46 „	15,56 „	4,96 „	—	—	Heintz
Französische Kohlen								
Bouche du Rhone, erdige Braunkohle	1,25	63,89 „	4,58 „	18,98 „	—	13,43 „	—	Regnault
Basses Alpes, erdige Br. .	1,27	70,02 „	5,20 „	27,77 „	—	3,01 „	—	„
Englische Kohlen								
Bovey, brauner Lignit . .	1,12	66,31 „	5,63 „	22,86 „	2,36 „	2,27 „	34,66 „	Kane
Mull, Glanzkohle	1,20	76,21 „	6,04 „	17,75 „	—	—	—	„
Amerikanische Kohlen								
Rocky Mountains, Glanzkohle	1,20	56,50 „	3,24 „	14,41 „	0,42 „	15,93 „	14,50 „	

Der Stickstoffgehalt schwankt von 0—2 %.

Zusammensetzung verschiedener Braunkohlenaschen.

Bestandtheile der Asche	Artern Lignit	Helmstedt Gew. Braunkohle	Gross Priessen	Meissner Lignitische Kohle	Oberkaufungen Erdige Kohle
Kali	0,99 %	—	1,67 %	1,90 %	0,90 %
Kohlensaures Kali	—	2,64 %	—	—	—
Natron	1,72 „	—	1,86 „	—	0,60 „
Kalk	20,56 „	23,67 „	45,60 „	10,00 „	18,70 „
Magnesia	2,16 „	2,58 „	—	3,40 „	2,00 „
Thonerde	29,50 „	11,37 „	1,23 „	14,70 „	32,20 „
Eisenoxyd	32,78 „	5,57 „	20,67 „	18,10 „	8,90 „
Kieselsäure	3,12 „	17,27 „	—	20,50 „	24,10 „
Schwefelsäure	9,17 „	33,83 „	15,45 „	30,30 „	12,00 „
Kohlensäure	—	—	13,52 „	—	—
	100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %
	Kremers	Varrentrap	O. Köttig	Niederstadt.	

Das **specifische Gewicht** der eigentlichen Braunkohlen, mit Ausnahme der Umbra wechselt von 0,8—1,15 und kann nur dann als der Ausdruck für die Dichtigkeit derselben angesehen werden, wenn die Kohle hinreichend rein von fremdartigen Beimengungen — Asche — ist; bei Ermittlung desselben ist es nothwendig, dass die Gase und die atmosphärische Luft entfernt werden, da sonst die Angaben keinen Anspruch auf Genauigkeit haben.

An **hygroskopischem Wasser** enthalten die grubenfrischen Kohlen, namentlich die erdigen, Varietäten bis 50 % des Gewichtes; verlieren an der Luft einen Theil Wasser, behalten aber dennoch 20—30 % Wasser zurück, welches auch wohl als chemisch gebundenes Wasser bezeichnet wird und erst bei 100° C. weggeht. Eine derartig getrocknete Kohle zieht sehr schnell wieder 8—12 % Feuchtigkeit aus der Luft an. Bleibt der allerdings sehr schwankende Aschengehalt unberücksichtigt, so ist lufttrockne Braunkohle etwa zusammengesetzt aus:

Kohle	48—56 %
Wasserstoff	1—2 „
Chemisch gebundenem Wasser	31—32 „
Hygroskopischem Wasser	20 „

Die Brennbarkeit der Braunkohle ist geringer als die des Holzes, ihre Flammbarkeit steht zwischen der des Holzes und der Steinkohle. Die Braunkohlen geben im Allgemeinen folgenden Wärmeeffect bei 20 % hygroskopischem Wasser und 10 % Asche. — Seite 137. — Siehe Tabelle Seite 166. —

Die Anwendung der Braunkohle als Brennmaterial ist beschränkter als die der Steinkohle, da sie für solche Zwecke, für welche die backenden Steinkohlen besonders brauchbar sind, nicht benutzt werden kann. Die Braunkohlen eignen sich nur zu Rostfeuerungen in chemischen Fabriken, Salinen und als Stubenheizmaterial. Die erdige Varietät lässt sich indessen oft nur dann zur directen Feuerung benutzen, wenn sie eingesumpft mit Hülfe von Maschinen in Ziegelformen — Briquettes — gestrichen und getrocknet werden. Die Praxis hat gezeigt, dass frisch geförderte Braunkohlen den gelagerten als Heiz-

Wärmeeffect von Braunkohlen mittlerer Zusammensetzung.

Namen der Braunkohlen	Beschaffenheit	Hygroskopisches Wasser	Asche	Wärmeeffect Absoluter	Wärmeeffect Specifischer	Wärmeeffect Pyrometrischer
Fasrige	luft-	20 %	ohne	0,48	0,55	1800
„	trocken	20 „	10 %	0,43	—	—
Erdige	„	20 „	ohne	0,61	0,79	1975
„	„	20 „	10 %	0,55	—	—
Muschlige	„	20 „	ohne	0,69	0,88	2050
„	„	20 „	10 %	0,62	—	—
Fasrige	gedarrt	20 „	ohne	0,61	—	2025
„	„	20 „	10 %	0,55	—	—
Erdige	„	20 „	ohne	0,76	—	2125
„	„	20 „	10 %	0,69	—	—
Muschlige	„	20 „	ohne	0,85	—	2200
„	„	20 „	10 %	0,76	—	—

material vorzuziehen sind, indem letztere unter dem Einfluss der Atmosphärilien — Seite 158 — leiden.

Die wichtigste Verwerthung der Braunkohlen liegt in der Verarbeitung mittelst trockener Destillation auf Photogen, Paraffin etc. und werden eine noch grössere Wichtigkeit erlangen, wenn nach den Arbeiten von Liebermann und Burg, ferner Wichelhaus und Salzmann, Lentny, Atterberg gelingen sollte, aus dem Braunkohlentheer Producte, wie Benzol, Toluol und Anthracen im Grossen darzustellen. Denn diese haben gefunden, dass Petroleum, Rückstände von der Petroleumdestillation, Braunkohlentheeröle und Fichtenholztheeröle, wenn sie unter gewissen Bedingungen in Dampfform durch glühende Röhren geleitet werden, sich in Producte verwandeln, welche qualitativ und quantitativ den Producten des Steinkohlentheeres gleichen.

Die organische Substanz der Braunkohle enthält neben zersetzter Holzfaser harzige und fettartige Substanzen, die wohl nicht in allen Braunkohlen von gleicher Beschaffenheit sind. Brückner hat aus zwei Braunkohlen von Gerstewitz bei Weissenfels (Provinz Sachsen) verschiedene Harze und Fett-

substanzen dargestellt. Ein weisses krystallinisches Harz — **Leukopetrin** — leicht löslich in Aether, unlöslich in gewöhnlichem Weingeist, über 100° C. schmelzend. Der Aetherauszug der Braunkohle enthält verschiedene in Alcohol lösliche Harze; ein saures Harz, welches durch Bleilösung gefällt wird, die **Georetinsäure** — $C_{12} H_{22} O_4$ —, und zwei nicht fällbare Harze, ein beim Verdampfen als weisses Pulver zurückbleibendes — $C_{25} H_{40} O_3$ —, und ein zweites beim Abdampfen eine zähe durchsichtige Masse bildendes Harz.

Bei vorsichtiger Destillation dieser Braunkohle destillirt ein butterartig erstarrendes Oel über, während der nicht zu weit erhitzte Rückstand pechartig ist und nach dem Erkalten muschligen Bruch zeigt. 80 procentiger Weingeist löst aus dem Destillat das beim Erkalten in perlmutterglänzenden Blättchen krystallisirende **Geocerinon** — $C_{55} H_{110} O$ —, leicht in Aether oder absolutem Alcohol löslich, bei 50° C. schmelzend und durch Schwefelsäure leicht zersetzbar.

Aus der mit kaltem Wasser ausgezogenen Braunkohle löst kochender Alcohol ein beim Erkalten sich als ein weisses Pulver abscheidendes **Geomyricin** — $C_{34} H_{68} O_2$ —, das bei 80° C. schmilzt und nach dem Erkalten dann ein ziemlich sprödes Harz bildet; ferner die **Geocerinsäure** — $C_{28} H_{56} O_2$ —, eine weisse, blättrige, spröde Masse bildend, die sich in siedendem Alcohol leicht löst, beim Erkalten gallertartig abscheidet und durch Bleisalz gefällt wird und das **Geocerin** isomer mit Geocerinsäure.

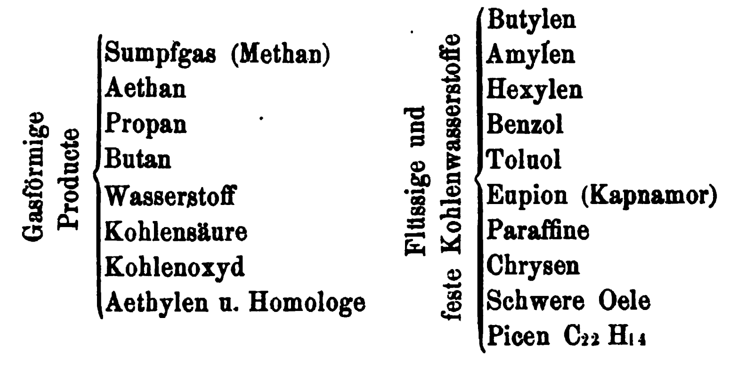
Braunkohlen, die während ihrer Entstehung entweder zwischen Thonlagen eingebettet oder mit Thon, Muschelkalk oder Schwefelkies vermischt wurden, sind für die Mineralöl-Industrie nicht brauchbar, sie sind ausserordentlich reich an Kohlenstoff und Sauerstoff, aber arm an Wasserstoff und geben in Folge dessen Theere von sehr hohem specifischen Gewichte und meistens mit sehr geringem Paraffingehalt. Das sicherste Werthmaass zur Beurtheilung einer Schweelkohle ergiebt sich immer in ihrem relativ hohen Gehalt an Wasserstoff und ihrem geringen Gehalt an Sauerstoff und diese Verschiedenheit gegen gewöhnliche Braunkohle zeigt sich nicht allein an verschiedenen Fundorten, son-

dern auch da, wo gewöhnliche Braunkohle — Feuerkohle — im selben Lager, der Schweelkohle unmittelbar benachbart, vorkommt, wie folgende Analysen ausweisen.

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff
Schweelkohle . . .	68,92 %	10,00 %	20,78 %
Feuerkohle	64,32 „	5,62 „	30,05 „
Schweelkohle . . .	66,24 „	10,55 „	13,34 „
Feuerkohle	60,50 „	5,08 „	25,36 „

Da es von grosser Wichtigkeit für die Ausbeutung und Gewinnung der Mineralöle ist, Werth und Verhalten des Rohmaterials im Voraus kennen zu lernen, so pflegt man an Stelle der organischen Elementaranalyse sich diese Kenntniss durch eine sogenannte „**empyreumatische Analyse**“ zu verschaffen und begreift darunter eine Probedestillation im Kleinen, wie sie bei der trockenen Destillation — Seite 142 — angegeben ist und dienen auch dazu die in den Fig. 28—30 auf Seite 144 und 145 veranschaulichten Apparate. Es ist noch zu bemerken, dass getrocknete Kohlen relativ mehr Theer geben als grubenfrische; es dürfen aber die Kohlen an der Luft nur bei 30 bis 40° C. getrocknet werden, da manche Kohlen schon bei gelinder Wärme merklich an Bitumen verlieren, ferner ist darauf zu achten, dass die Kohlen noch 20—25 % Feuchtigkeit erhalten. — Seite 146. —

Bei der trockenen Destillation der Braunkohlen bilden sich die gewöhnlichen Producte: Gase, Theer, Theerwasser und Coks.



Basen:
- Ammoniac
- Aethylamin
- Pyridin
- Pyrrol
- Anilin etc.

Säuren:
- Kohlensäure
- Schwefelwasserstoff
- Cyanwasserstoff
- Essigsäure
- Buttersäure
- Baldriansäure
- Carbolsäure
- Kreosot

Das Theerwasser ist bei den Ligniten und fossilem Holze sauer, bei den gewöhnlichen Braunkohlen alkalisch und enthält neben kohlensaurem Ammonium noch Schwefelammonium.

Der **Braunkohlentheer — Oleum Lithanthracis, Oleum empyreumaticum e ligno fossili** — ist sehr dickflüssig, bei gewöhnlicher Temperatur von Butterconsistenz und erstarrt meistens bei $+ 5^{0}$ C.; er hat eine um so hellere Farbe, je heller die angewendete Braunkohle war, aus der er dargestellt, dunkelt aber beim Erwärmen und beim Stehen an der Luft und im Licht sehr bald nach und geht selbst in schwarz über, dabei hat er eine bald sauere, bald alkalische Beschaffenheit.

In genau derselben Weise, wie — Seite 147 — angegeben, werden die Retorten gefüllt und die Theerdestillation geleitet. Nach Vollendung der Destillation wird die Coksmenge résp. Kohlenrückstand gewogen. Der Inhalt der Woulf'schen Flaschen wird zusammengebracht und die Flaschen mit Aether oder Petroleumäther ausgespült, ebenso die Baumwolle in der letzten Flasche und der Aether verdunstet. Sollte der aus der Vorlage entfernte Theer sich nicht leicht an der Oberfläche sammeln, so wird calcinirtes Glaubersalz zugefügt, um das specifische Gewicht des Theerwassers zu erhöhen und das Ganze auf 50—60^{0} C. erwärmt. Die untere Flüssigkeit wird mittelst eines Hebers abgehoben und die obere noch einige Male mit Wasser gewaschen, gewogen und das specifische Gewicht bestimmt. Dasselbe wird in deutschen Fabriken bei einer Temperatur von 35^{0} R. festgestellt und hält sich in den Grenzen von 0,860—0,990; Theere unter 0,800 gehören zu den

Seltenheiten. Theere von einem specifischen Gewichte über 0,930 sind zum Verarbeiten auf Mineralöle etc. nicht mehr tauglich; bei guten Theersorten schwankt das specifische Gewicht zwischen 0,820—0,870. Die Resultate des specifischen Gewichtes bei Versuchen im Kleinen stimmen mit denen im Grossbetriebe nicht überein, dasselbe liegt im ersteren Falle stets ungefähr — 0,022 — höher, als bei der Theerdestillation im Grossen und ist deshalb obige Zahl in Abzug zu bringen, um die richtige Zahl für den Grossbetrieb zu erhalten.

Das erhaltene Theerwasser, welches durch die vorgelegte verdünnte Schwefelsäure — Seite 145 — schon sauer reagirt, wird zur Trockne eingedampft und der Rückstand mit Natronkalk in einem kleinen Kolben der Destillation unterworfen, das entweichende Ammon in Normalschwefelsäure geleitet, der Ueberschuss mit Normalnatronlauge zurücktitrirt und aus dem verbrauchten Cubikcentimeter Säure die Ammoniacmenge berechnet.

Der Theer — mindestens 200—300 Gramm — wird dann in einen Destillirkolben gebracht und die Operation, wie — Seite 90 u. 149 — angegeben, geleitet. Die eigentliche Destillation beginnt bei 100° C., wobei aber hauptsächlich nur Wasser übergeht.

Dann destilliren zwischen:

		Spec. Gewicht.
130—170° C.	Braunkohlenbenzin	0,710—0,750
170—220° „	leichte Braunkohlentheeröle (Photogen)	0,750 - 0,820
220—290° „	schwere Braunkohlentheeröle (Solaröl)	0,820—0,880
290—320° „	Schmieröl	0,880—0,900
320° „	Paraffinöl	0,890—0,910

Die Destillation wird bei den angegebenen Siedepunkten fractionirt und bei circa 300° C. Versuche angestellt, ob das übergehende Destillat auf eine stark gekühlte Glas-, Porcellan- oder Metallplatte getropft erstarrt, sobald dies eintritt, wird schon an dieser Stelle fractionirt, also das Destillat besonders aufgefangen und die Destillation so lange fortgesetzt, bis sich eigenthümliche braungelbe, qualmige Dämpfe als Zeichen der beendigten Destillation, resp. der beginnenden Zersetzung des Rückstandes bilden.

Die einzelnen Destillationsproducte werden abwechselnd mit Natronlauge und Schwefelsäure gewaschen, um die mit übergegangenen Körper von basischen und sauren Eigenschaften zu entfernen. Die ölartig abgeschiedenen Kohlenwasserstoffe werden mittelst einer Pipette oder mittelst eines kleinen Scheidetrichters, wozu sich auch eine Glashahnbürette eignet, von der wässrigen Schicht getrennt und gewogen. Das letzte Destillat, welches Paraffin- und Schmieröl enthält, wird nach der Reinigung mit Natronlauge und Schwefelsäure in Eis oder in Ermangelung in eine Kältemischung von 3—5° C. (5 Th. Salmiac, 5 Th. Salpeter und 16 Th. Wasser) gebracht. Das Paraffin krystallisirt heraus, das Schmieröl wird so viel als möglich abgegossen und das krystallisirte Paraffin zwischen Fliesspapier gepresst. Die im Fliesspapier haftende Fettmasse wird mit Aether ausgezogen und nach Verdunstung des Aethers zum Maschinenschmieröl gerechnet.

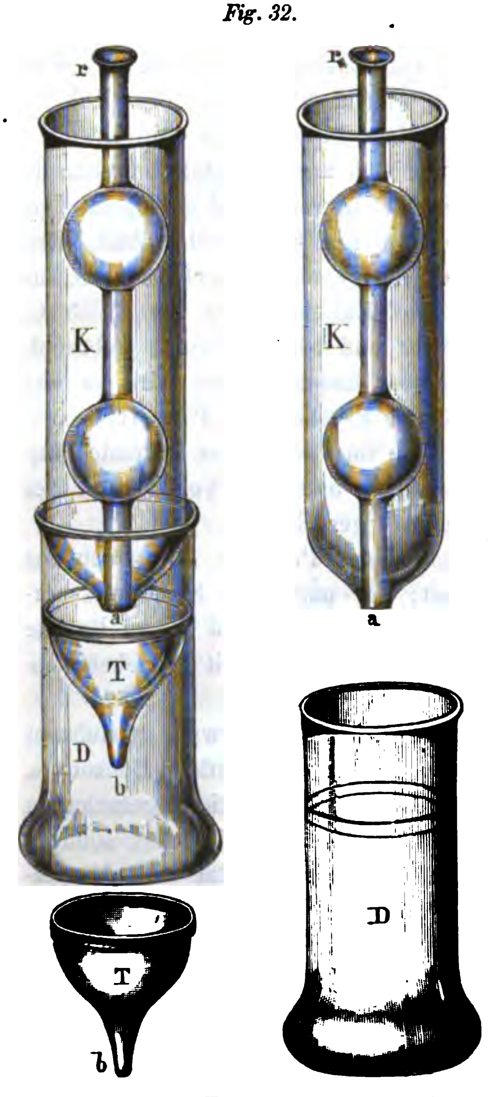
Von jedem der abgeschiedenen Producte wird noch das specifische Gewicht bestimmt; der ungefähre Siedepunkt ergiebt sich aus der Destillation. Der Rückstand in der Retorte ist Asphalt, oder war die Erhitzung zu weit getrieben, sogenannter Theercoks.

Häufig ist es von Nutzen bei nicht zu weit getriebener Destillation den Retorten- resp. Kolbeninhalt mittelst Benzol etc. zu extrahiren, um noch die Oelmenge resp. die Eigenschaften kennen zu lernen, aber nicht nur für diese Zwecke, sondern auch zur Untersuchung bituminöser Kalksteine und Mergelschiefer, Liasschiefer — Seite 128 — ist der in Fig. 32 abgebildete Thorn'sche Extractionsapparat — Seite 172 — sehr geeignet.

Dieser Apparat ermöglicht eine exacte und schnelle Ausführung der quantitativen Analyse der angeführten Stoffe, welche mittelst des Extractionsverfahrens als Oele, Fette etc. direct, oder aus dem durch ein Extractionsmittel erschöpften Rückstand indirect bestimmt werden.

Der Apparat ist ganz von Glas und besteht aus dem Destillircylinder D, dem Trichter T und dem Kühlcylinder K mit dem Dampfverdichtungsrohr a r.

Fig. 32.



*Thorn's Extractionsapparat.**)

K Kühlcylinder. D Destillircylinder. T Trichter.

Beim Gebrauch ermittelt man zunächst das Gewicht des Destillir-Cylinders (bei 110° C. getrocknet) und giesst dann etwa 20 CC. des erforderlichen Extractionsmittels wie Canadol, Aether, Schwefelkohlenstoff etc. hinein.

In den Trichter wird ein event. gewogenes Filter gelegt, das Gesammtgewicht bestimmt und hierauf die auf Oel, Fett etc. zu analysirende Substanz genau abgewogen.

Nachdem der Trichter dann in das Destillir-Gefäss eingesetzt ist, wo er am Kerbe schwebend hängen bleibt, wird Letzteres an ein Stativ geklammert.

In den Kühler giesst man Wasser, wenn nöthig eine Kältemischung und setzt denselben dann luftdicht in den Destillircylinder ein.

*) Aus Schaedler, die Technologie der Fette und Oele des Pflanzen- und Thierreichs.

Bei sehr niedrig siedenden Lösungsmitteln verhütet man ein Verdunsten noch durch eine eingesteckte engere Glasröhre.

Wird nun die Flüssigkeit in dem Destillircylinder durch ein Wasserbad erwärmt, so condensiren sich die Dämpfe derselben in den Kugeln des Kühlers und fliessen von dort, sobald die Wärme etwas nachlässt, auf die Substanz in den Trichter, extrahiren dieselbe und filtriren die Lösung des Extractes, bei b abtropfend, in den Destillircylinder. Diesen Vorgang lässt man sich durch Annähern und Entfernen der Wärmequelle mehrmals wiederholen, nimmt dann den Trichter heraus und prüft einen Tropfen seines Inhaltes auf einem Uhrglase.

Ist die Extraction vollendet, so schliesst man, wenn sich die Kugeln wieder mit Flüssigkeit angefüllt haben, mit dem Finger die Kugelröhre luftdicht und hebt den Kühler mit der Flüssigkeit von dem Destillircylinder mit dem Oele resp. Fette ab. Die Gewichtszunahme des Destillircylinders, resp. die Gewichtabnahme des Trichters, plus Inhalt, bei 110° C. getrocknet, zeigt die Menge des fetten Oeles, Bitumens an.

Die beim Waschen der verschiedenen fractionirten Destillate erhaltene Natronlauge wird mit Schwefelsäure etwas übersäuert, damit die Carbolsäure und ähnliche Producte sich als ölartige Körper abscheiden können.

Dass auf diesem Wege nur schwankende Annäherungswerthe zu finden sind, liegt auf der Hand; die Berechnung der Ergebnisse bis auf die dritte und vierte Decimalstelle, wie dies vielfach üblich, ist daher mit der Natur der Sache im Widerspruch.

Am meisten Ausbeute, und daher zur Destillation sich am besten eignend, geben die im trockenen Zustande hell, weisslich und bräunlichgelb aussehenden, fein pulverförmigen Braunkohlen — Paraffinkohlen —, im Allgemeinen schwankt der Durchschnittsgehalt:

Coks	25—60 %	Theerwasser .	20—40 %
Theer . . .	2—10 „	Gase	5—25 „

oder pro Kilogramm 0,12—0,35 Cubikmeter.

100 Theile Theer liefern durchschnittlich:

Braunkohlenbenzin	2—6 %	Paraffin . .	1,5—12 %
Photogen	8—30 „	Asphalt . .	14—20 „
Solaröl	12—50 „	Gase	3—10 „
Schmieröl . . .	15—30 „	Wasser . . .	5—20 „

100 Theile Braunkohlen aus den Gruben liefern:	Coks	Theerwasser	Theer %	Spec. Gew. des Theeres	Gase
a. Oranien Lessk.*)	31,97 %	44,72 %	5,37	1,043	17,94 „
b. Oranien Stückk.**)	34,86 „	40,77 „	3,18	0,952	21,17 „
c. Nassau Lesskhln.	31,28 „	43,69 „	3,78	1,064	21,29 „
d. Nassau Stückkhln.	31,22 „	43,07 „	2,86	1,041	22,80 „
e. Nassau, Lignit ungetrocknet . .	34,21 „	42,83 „	5,61	1,079	17,35 „
f. Oranien, Lignit getrocknet . . .	36,42 „	—	5,88	1,072	12,60 „

*) Ein Gemenge von Stücken verschiedener Grösse, von Splittern von etwa 25 Gramm bis circa 300—400 Gramm.

**) Stücke im Gewicht von 7—20 Kilogramm.

100 Theile Theer liefern:

	Roher Theer	Leichtes Oel	Schweres Oel	Asphalt	Wasser und Gase	
a.	5,37 %	30,53 %	7,63 %	13,48 %	48,37 %	100,00
b.	3,19 „	26,60 „	18,83 „	13,64 „	40,90 „	
c.	3,78 „	48,79 „	12,42 „	24,24 „	13,55 „	
d.	2,86 „	37,06 „	9,10 „	17,80 „	36,33 „	
e und f.	5,88 „	51,29 „	19,80 „	19,80 „	9,11 „	

R. Fresenius.

100 Theile Braunkohlen liefern aus den Gruben von:	Theer %	Spec. Gew. des Theeres	Roh-Essenz bis 0,850 spec. Gew.	Roh-Oel 0,850 bis 0,900 spec. Gew.	Roh-Paraffin
von Tscheitsch in Mähren, holzig . . .	4,70	1,095	0,43 %	1,37 %	0,15 %
von Tscheitsch in Mähren, ältere Formation	3,50	1,050	0,32 „	1,89 „	0,18 „
von Eger in Böhmen	7,50	0,915	0,55 „	3,75 „	0,50 „
„ Krzemusch i. Böhm.	0,50	0,920	1,08 „	3,22 „	0,30 „
„ Herbitz in „	5,70	0,900	1,15 „	2,41 „	0,30 „
„ Schoebritz i. „	4,70	0,900	1,04 „	2,30 „	0,20 „

C. Müller.

100 Braunkohlen liefern aus den Gruben von:	Theer 0,88—0,97 spec. Gew.	Coks	Ammoniacwasser	Gase und Verlust
a. Frankenhausen	5,57 %	50,36 %	26,47 %	17,60 %
b. Aschersleben	12,00 „	61,46 „	21,14 „	15,40 „
c. Stockheim bei Düren .	6,24 „	36,26 „	49,58 „	9,92 „
d. Cassel	5,00 „	36,25 „	42,50 „	16,25 „
e. Münden	2,92 „	31,39 „	50,00 „	15,69 „
f. Oldisleben	6,10 „	29,37 „	56,25 „	8,28 „
g. Harbke	4,23 „	30,10 „	50,00 „	15,67 „
h. Tilleda	1,80 „	20,60 „	70,00 „	7,60 „
i. Bensberg bei Cöln . .	4,45 „	31,39 „	50,16 „	14,06 „
k. der Rhön	0,88 „	46,66 „	41,25 „	10,64 „

100 Theile **Theer** liefern:

	Leichtes Oel von 0,820 spec. Gew.	Schmieröl von 0,870 spec. Gew.	Paraffin	Asphalt	Carbolsäure und Verluste
a.	33,40 %	40,00 %	6,70 %	17,30 %	2,40 %
b.	33,50 „	40,00 „	3,30 „	18,10 „	5,00 „
c.	17,50 „	26,60 „	3,20 „	16,90 „	36,70 „
d.	16,40 „	27,10 „	4,30 „	14,30 „	37,80 „
e.	17,50 „	26,20 „	5,00 „	18,60 „	32,50 „
f.	17,70 „	26,60 „	4,40 „	17,50 „	33,70 „
g.	15,50 „	11,10 „	3,50 „	22,20 „	47,50 „
h.	16,60 „	18,00 „	4,40 „	11,10 „	49,70 „
i.	16,30 „	19,50 „	3,40 „	13,10 „	47,40 „
k.	10,60 „	19,30 „	1,20 „	16,90 „	51,80 „

H. Vohl.

100 Theile Braunkohlentheer liefern:	Leichtes Oel 0,75—0,86	Schmieröl 0,86—0,95	Paraffinmasse
Lignit von Reichenbach i. Böhm.	2,00 %	50,70 %	25,90 %
„ „ Linz	8,40 „	40,70 „	26,30 „
Braunk. von Gröbers	7,13 „	55,29 „	38,50 „
„ „ Döllnitz b. Merseb.	5,05 „	32,57 „	40,40 „
„ „ Halle	7,90 „	32,90 „	39,15 „
„ „ Lehmdorf, hellbr.	11,80 „	31,20 „	36,40 „
„ „ „ dunkelbr.	8,90 „	33,00 „	34,40 „
„ „ „ „	10,90 „	32,80 „	37,50 „

Hübner und Voerckel.

100 Theile **Blätterschiefer** liefern:	**Theer** 0,88—0,93 spec. Gew.	**Roh-Essenz** 0,700—0,850 spec. Gew.	**Roh-Oel** 0,850—0,900 spec. Gew.	**Roh-Paraffin**
Siebengebirge . .	20,00 %	6,00 %	9,00 %	0,75 %
„ . . .	15,00 „	5,00 „	7,00 „	0,50 „
„ . .	11,00 „	3,00 „	6,00 „	0,50 „
Hessen	25,00 „	6,00 „	12,00 „	1,00 „
Rheinprovinz . .	11,00 „	3,00 „	5,00 „	0,50 „
Bonn	5,00 „	0,10 „	3,00 „	0,25 „

Wagenmann.

100 Th. **Blätterschiefertheer** liefern aus:	Leichtes Oel **Photogen** 0,820 spec. Gew.	Schweres Oel **Schmieröl** 0,860 spec. Gew.	**Paraffin** %	**Asphalt**	**Carbolsäure** und Verlust
Engl. Blätterschiefer	24,28 %	40,00 %	0,12	10,00 %	25,29 %
Rhein.*) „	25,68 „	43,00 „	0,12	12,03 „	19,16 „
Westphäl. „	27,50 „	13,67 „	1,12	12,50 „	45,30 „
Oedinger „	18,33 „	38,33 „	5,00	13,33 „	25,00 „

H. Vohl.

*) Der rheinische Blätterschiefer aus der Grube Romerickeberge enthält soviel Arsenverbindungen, dass bei dessen Destillation Krankheiten der Arbeiter verursacht werden.

Der rheinische Blätterschiefer als sogenannte **Papierkohle** ergiebt folgende Resultate:

100 Theile **lufttrockene Substanz**		100 Theile **Theer**	
Theer	20,00 %	Photogen	32,50 %
Coks	46,33 „	Solaröl	0,33 „
Gase	9,45 „	Paraffinmasse . .	51,25 „
Theerwasser . . .	24,22 „	Kohle	8,92 „
	100,00 %	Verlust	1,00 „
			100,00 %

H. Vohl.

Der **Gagat von Bentheim** liefert die ausserordentliche Menge von 45 % eines aromatischen durchsichtigen Theeres von der

Farbe des Rüböles bei + 10° C. durch den Reichthum an Paraffin erstarrend. — Vergl. Bentheimer Asphalt Seite 126, welcher in Aether etc. unlöslich eine Ausnahme von den Asphalten macht.

Gagattheer	Spec. Gew.	Siedepunkt	Procente
Leichteste Oele .	0,700—0,750	70—120° C.	6,00 %
Leichte Oele . .	0,750—0,820	120—250° „	30,00 „
Schwere Oele . .	0,820—0,860	250—350° „	30,00 „
„ „ . .	0,860—0,880	über 350° „	15,00 „
Coks, Wasser, Verlust			19,00 „
			100,00 — Knapp.

6. Eigenschaften und Zusammensetzung des Torfes.

Durch Boden, Keime, Lage, Wasser, Pflanzenart und verschiedene andere Ursachen, welche bei der Bildung mitgewirkt haben, wird der Torf in der äusseren Beschaffenheit und inneren Zusammensetzung wesentliche Unterschiede zeigen. Abgesehen von den Eintheilungen in Torfgattungen und die botanischen Bestandtheile, welche — Seite 55 u. f. — berücksichtigt sind, lassen sich in Betreff der äusserlichen Eigenschaften nach Karmarsch folgende Torfarten unterscheiden.

1. **Rasentorf.** Farbe graugelb bis gelblich braun, aus sehr wenig veränderten, mehr vertrockneten als zerstörten Moosen bestehend, wird sehr häufig auch gelber oder weisser Torf genannt. Er ist weich, schwammig, sehr elastisch; manchmal kommen Einschlüsse von Wurzeln, die aber nie eine einigermassen bedeutende Grösse erreichen, vereinzelt resp. zerstreut darin vor.

2. **Junger brauner** oder **schwarzer Torf**, älter als der Rasentorf, aber in seiner Zersetzung noch nicht bis zur Zerstörung aller organischen Theile vorgeschritten; entweder von fasriger Structur — α —, wobei die Fasern mürbe und zerreiblich, oder von kurzfasriger Beschaffenheit, mit dicken, hellbraunen, zähen, bastartig aussehenden Büscheln, langen Fasern oder mit Wurzeln — β —, Halmen, Stengel, Blättern — γ —, ja oft mit dicken, wenig veränderten holzigen Zweigen — δ —, und ziemlich grossen Holzstücken durchzogen. Danach heisst er:

α. **Fasertorf** γ. **Blättertorf**
β. **Wurzeltorf** δ. **Holztorf.**

3. **Alter Torf**, in dem nur geringe oder gar keine Spuren der ursprünglichen Pflanzenstructur vorhanden sind. — Seite 55. — Hier ist die Zersetzung so weit vorgeschritten, dass die fasrige Textur einer erdähnlichen vollständig Platz gemacht hat, die dann manchmal so dicht ist, dass die Bruchflächen glatt sind und einen wachsartigen Glanz zeigen, während die Bruchstücke vollkommen scharfe Kanten haben. Hierzu gehören der **Erdtorf** und der **Pechtorf**, wovon ersterer durch seine erdähnliche Textur mit matten und rauhen Bruchflächen bei gänzlicher oder fast gänzlicher Abwesenheit von Fasern ausgezeichnet ist; letzterer durch sein dichtes Ansehen, seine Härte, die glatten Bruchflächen und die scharfkantigen Bruchstücke bei bedeutender Schwere gleichsam ein Mittelglied zwischen den anderen schwarzen Torfsorten und der Steinkohle bildend. Wegen seiner Eigenschaften und bergmännischen Gewinnung wird der Pechtorf auch **Bergtorf** genannt.

Alle diese Torfsorten können nicht als genau unterschiedene betrachtet werden, da sie fast immer ineinander übergehen. — Seite 56. —

Von praktischer Bedeutung ist endlich noch die Eintheilung des Torfes nach Art seiner Gewinnung, wie in **Stichtorf**, welcher mittelst eines Spatens gestochen wird; in **Bagger-**, **Model-** auch **Streichtorf**, wobei der Torf formlos geschöpft, durch mechanischen Druck in Brei verwandelt und alsdann in Formen gestrichen wird; **Maschinentorf**, wobei die Operation durch Maschinen besorgt wird, und endlich **Presstorf**, welcher eine bedeutende mechanische Pressung erlitten hat.

Was die chemische Zusammensetzung des Torfes anbelangt, so ist zu berücksichtigen, dass die Veränderungen, welche die Pflanzen, deren vegetabilisches Leben erloschen ist, bei ihrem Uebergange in Torf erleiden, ganz den Zersetzungen der organischen Körper bei der Fäulniss ähnlich sind; da aber bei der Torfbildung — Seite 74 u. f. — der Zutritt der Luft durch das Wasser verhindert ist, so kann sich weniger Kohlensäure bilden und verflüchtigen. Es bleibt daher mehr Kohlenstoff

zurück, der zunächst die Bildung von viel Humussäure zur Folge hat. Je tiefer das Torflager wird, desto mehr wird der atmosphärische Sauerstoff abgeschlossen, alle weiteren Veränderungen können daher nur auf Kosten des Sauerstoffs der Humussäure geschehen, so dass dieselbe immer mehr in Humuskohle übergeht. Dies ist auch der Grund, warum die tieferen Torflager in der Regel mehr Brennkraft enthalten, als die oberen.

Ebensowenig wie die Steinkohlen und Braunkohlen luftbeständig sind, ist es der Torf. Die Torfmasse erleidet beim Trocknen eine bedeutende Schwindung, die nicht blos in einer Wasserverdunstung ihren Grund hat, sondern es entweichen neben dem Wasser auch Kohlensäure, Kohlenoxydgas und Sumpfgas, während Sauerstoff und Stickstoff mit der Masse in Verbindung treten und selbst durch Flächenanziehung, wie beim Rasentorf, bis 3 % Stickstoff zurückhalten, ausserdem vermag aber auch der Torf eine nicht unbedeutende Menge Ammoniac zu absorbiren. Durch diese Veränderungen verlieren die Torfarten ein für allemal das Vermögen, wieder zu einer bindenden Masse aufzuquellen. Ganz dieselbe Einwirkung hat der Frost auf halbtrockenen oder nassen Torf, welcher beim Aufthauen in eine erdige, nicht mehr schleimige Masse zerfällt, welche alle Bindung und Formbarkeit verloren hat.

Wie alle Torfarten Verschiedenheit zeigen, ist auch die Elementarzusammensetzung je nach der geringeren oder weiter vorgeschrittenen Umwandlung eine sehr wechselnde, jedoch hat im Allgemeinen, ohne Berücksichtigung der Asche, die reine Torfsubstanz nachstehende Zusammensetzung:

	Nach Knapp	nach Scheerer
Kohlenstoff	59,10 %	60,63 %
Wasserstoff	5,83 „	6,04 „
Sauerstoff	35,17 „	33,33 „
	100,00 %	100,00 %

oder wenn aller Wasserstoff an Sauerstoff gebunden gedacht wird:

	Die Torfsubstanz	Der lufttrockne Torf ohne Asche
Kohlenstoff	60,00 %	45,00 %
Wasserstoff	2,00 „	1,50 „
Chem. gebundenes Wasser	38,00 „	28,50 „
Hygroskopisches Wasser	. . . .	25,00 „
	100,00 %	100,00 %

Nebenstehende Tabelle zeigt die Elementarzusammensetzung verschiedener lufttrockner Torfe in 100 Theilen.

Der hohe Stickstoffgehalt, welcher sogar den der Steinkohlen übertrifft, erklärt sich aus dem bereits angeführten Absorptionsvermögen für Stickstoff und Ammoniac, andererseits rührt er auch zum geringen Theil von animalischen Wesen her, die im Torfmoore lebten und mit der Vegetation untergegangen sind. Mulder fand, dass der Stickstoff, mit einer organischen Säure verbunden, als huminsaures Ammoniac im Torf vorkäme. Hermann entdeckte einen Körper, den er **Nitrolin** nannte, dessen Zusammensetzung durch die Formel $C_{28}H_{48}N_5O_{13}$ ausgedrückt wird.

Der **Aschengehalt** schwankt von 0,5—50 % vom Gewicht des vollständig getrockneten Torfes und werden daher Torfe mit weniger als 5 % Asche — aschenarme, solche bis 10 % als Torfe mit mittlerem Aschengehalt und solche mit höherem Aschengehalt als aschenreiche Torfe bezeichnet. — Siehe Tabelle Seite 182. —

Im Allgemeinen verhält sich die Torfasche wie ein Gemenge von magnesiahaltigem Gyps und Sand oder thonigem Sand mit Eisenoxyd und sehr geringen Mengen von Alkalien, Phosphorsäure und Salzsäure und ist daraus der Werth der Torfasche als Dünger zu erklären.

Das **specifische Gewicht** des rohen getrockneten Torfes hängt sehr von seinem Aschengehalte, seinem Alter, sowie von der Tiefe seines Lagers ab und kommen daher bei den verschiedenen Sorten folgende Schwankungen vor:

Moos-, Faser- oder Rasentorf von	0,213—0,263
Junger brauner Torf	0,246—0,676
Erdtorf, Sumpftorf	0,410—0,902
Pechtorf, Specktorf	0,639—1,300

Elementarzusammensetzung verschiedener Torfarten.

Torf von:	Kohlenstoff C	Wasserstoff H	Stickstoff N	Sauerstoff O	Asche	Eigenschaften des Torfes	Analytiker
Labiau	43,61 %	5,17 %	1,51 %	34,98 %	1,37 %	Moostorf, locker	Ritthausen
Wolla b. Marienwerder	46,83 „	4,52 „	1,87 „	26,85 „	5,18 „	Dunkelbraun	„
Königsberg . . .	48,20 „	4,70 „	—	27,00 „	4,80 „	Presstorf	Graebe
Grunewald . . .	49,88 „	6,50 „	1,16 „	42,42 „	3,72 „	Leicht, locker, rthbr.	Websky
Havelniederung . .	56,43 „	5,32 „	—	38,35 „	9,86 „	Schwer, dicht, braun	Jaekel
Linum	59,47 „	6,52 „	2,51 „	31,51 „	10,53 „	„ „ „	Websky
Harz	62,54 „	6,81 „	1,41 „	29,24 „	1,09 „	Schwer	„
Bremen	57,84 „	5,85 „	0,95 „	32,76 „	2,60 „	Schwarzbraun, dicht	Breuninger
Friesland	59,85 „	5,82 „	—	33,71 „	0,91 „	Leicht	Mulder
Rammstein, Rheinpfalz	62,15 „	6,29 „	1,66 „	27,20 „	2,70 „	Fest und dicht	Walz
Tiefenau, Baden .	53,58 „	6,33 „	1,54 „	26,30 „	12,24 „	„ „ „	Petersen
Kolbermoor, Bayern	55,60 „	5,87 „	0,85 „	32,70 „	4,98 „	Presstorf	Wagner
Schweiz	40,10 „	4,53 „	2,84 „	21,51 „	17,87 „	„	„
Holland	50,85 „	4,64 „	—	30,25 „	14,25 „	Leicht	Mulder
Cappoge, Irland .	51,05 „	6,85 „	—	39,55 „	2,55 „	„	Kane
Philipstown, Irland	58,69 „	6,97 „	1,45 „	32,88 „	1,99 „	Blassrothbraun	„
Wood of Allen, Irland	61,02 „	5.77 „	0,81 „	32,40 „	7,90 „	Tiefschwarzbraun	„
Vulcaire b. Abbeville	57,03 „	5,63 „	2,09 „	29,67 „	5,58 „	Dunkelbraun	Regnault

Zusammensetzung verschiedener Torfaschen.

Aschen der Torfe von / aus	Grunewald bei Berlin	Linum	Harz leichter Torf	Harz schwerer Tf.	Kolbermoor	Holland
Bestandtheile	1	2	3	4	5	6
Kali	0,44 %	0,15 %	1,33 „	0,66 %	0,70 %	1,20 %
Natron	0,23 „	0,16 „	1,45 „	0,44 „	0,30 „	1,10 „
Kalk	4,72 „	48,17 „	23,78 „	16,06 „	0,20 „	11,70 „
Magnesia	1,51 „	0,44 „	15,69 „	2,09 „	0,90 „	4,50 „
Thonerde	3,96 „	5,27 „	10,69 „	16,61 „	28,40 „	2,90 „
Eisenoxyd	3,51 „	18,01 „	6,76 „	19,60 „	4,50 „	5,20 „
Phosphorsäure . . .	1,77 „	0,53 „	5,50 „	5,81 „	0,90 „	—
Schwefelsäure . . .	1,12 „	11,08 „	11,06 „	10,12 „	2,60 „	9,70 „
Chlor	0,18 „	0,14 „	1,82 „	Spuren	Spuren	1,50 „
Kieselsäure, löslich .	4,90 „	2,22 „	4,40 „	nicht bestimmt	12,30 %	9,80 „
Kohlensäure . . .	—	11,62 „	—	—	1,00 „	—
Sand, Thon, unlöslich	76,56 „	2,72 „	17,32 „	28,27 %	37,20 „	51,50 „
	100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %
	Websky				Schwarz	Anderson

Mit der künstlichen Bearbeitung des Torfes ändert sich selbstredend das specifische Gewicht, da die Vergrösserung desselben im Allgemeinen Hauptzweck der heutigen Torfindustrie ist.

Der Wassergehalt des Torfes ist sehr verschieden, frisch gestochener feuchter Torf auf dem Moore enthält 70—80 % Wasser, während guter Brenntorf nur 10—20 % haben soll.

Torfanalysen.

	Torf von:	St. Wolfgang in Ober-Oestreich in 100 Theilen	Marienbad in Böhmen zu Moorbädern in 1000 Theilen
A. In Wasser lösliche Bestandtheile.	Kali	—	2,06 %
	Chlorkalium . . .	0,01 %	—
	Natron	—	1,28 „
	Chlornatrium . . .	0,01 „	—
	Ammoniac	1,50 „	2,78 „
	Kalk	—	18,92 „
	Magnesia	—	3,66 „
	Chlormagnesium .	0,05 „	—
	Thonerde	0,01 „	35,37 „
	Eisenoxyd	0,01 „	73,51 „
	Schwefelsäure . . .	—	212,96 „
	Calciumsulphat . .	0,04 „	
	Kieselsäure	0,03—1,66 %	1,03 „
	Quellsäure		21,44 „
	Ameisensäure . . .		4,28 „
	Andere flüchtige Säur.		14,51 „
	Andere organische Materien und Verlust .		47,51—439,30 %
B. In Salzsäure lösl. Stoffe	Thonerde	0,31 „	1,84 „
	Eisenoxyd	0,12 „	20,41 „
	Manganoxydul . . .	0,04 „	—
	Kalk	1,05 „	—
	Magnesia	0,30 „	—
	Schwefelsäure . . .	—	39,79 „
	Phosphorsäure . . .	1,07 „	6,02 „
	Kieselsäure	0,05 „	0,97 „
	Organische Substanzen	0,13—3,07 „	6,13 — 75,16 „
C. In Wasser u. Säuren unlösl. a. Organ. Substanzen	Humussäure	22,60 „	42,53 „ (Humussäure und Humuskohle)
	Humuskohle	34,70 „	
	Harz . . .	4,10 „	24,52 „
	Wachs . .	1,40 „	10,34 „
	Pflanzenreste	16,22—82,02 „	390,43—467,83 „
b.	unorganische S.	0,29 „	17,71 „
D.	Wasser	14,50 „	
		100,00 %	1000,00 %
		Ferstl	Lehmann

Ueber die Zusammensetzung des Torfes in Bezug auf die in demselben enthaltenen organischen Verbindungen liegen nur wenige Untersuchungen vor und beziehen sich diese auf die Gegenwart von Humussäure, Wachs, Harz, Erdharz, Humuskohle etc. und finden sich die ungefähren Mengenverhältnisse in den Analysen — Seite 183. —

Der absolute Wärmeeffect des besten lufttrockenen Torfes erreicht nicht den des Holzes, dasselbe gilt von der Brennbarkeit und Flammbarkeit, übertrifft aber denselben im gedörrten Zustande. Der specifische Wärmeeffect, je nach Gehalt an Wasser, Asche und der Dichtigkeit sehr verschieden, erreicht oder übertrifft bei den besten Sorten den des lufttrocknen Holzes, während der pyrometrische Wärmeeffect des aschenarmen lufttrocknen Torfes den des lufttrocknen Holzes übersteigt. Scheerer und Tunner geben in dieser Hinsicht folgende theoretische Verhältnisszahlen an:

	Absoluter Wärmeeffect	Pyrometr. Wärmeeffect
1. Scheerer:		
Torf mit 30 % Wasser und 10 % Asche .	0,37	1575° C.
„ „ 25 „ „ „ ohne „ .	0,47	1750° „
„ „ ohne „ „ 15 % „ .	0,55	1975° „
„ „ ohne „ „ ohne „ .	0,65	2000° „
2. Tunner:		
Trockner Torf ohne Asche	0,65	2210° „
„ „ mit 12 % Asche	0,58	2180° „
„ „ „ 30 „ „	0,45	2150° „
Torf mit 25 % Wasser	0,47	2000° „
„ „ 30 „ „	0,41	1820° „
„ „ 50 „ „	0,27	1600° „
Trocknes Holz ohne Wasser	0,47	2000° „
Holz mit 25 % Wasser	0,46	1800° „

Nach Karmarsch sind ihrem absoluten Wärmeeffect nach

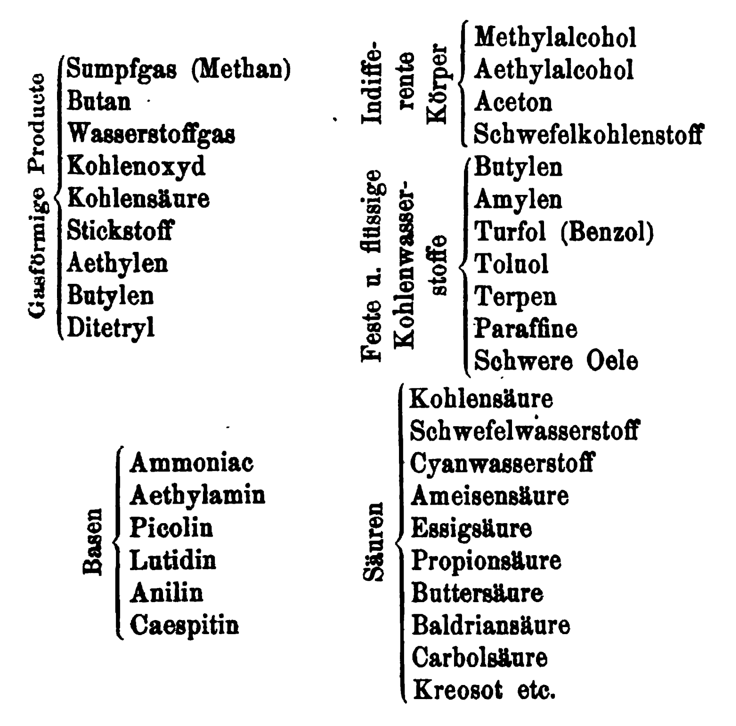
100 Kilogr.	gelber Torf	=	94,60	Kilogr.	lufttr.	Fichtenholz
100 „	brauner „	=	107,50	„	„	„
100 „	Erdtorf	=	104,00	„	„	„
100 „	Pechtorf	=	110,70	„	„	„

100 Cubikm.	gelber Torf	=	33,20	Cubikmeter	Fichtenholz
100 „	brauner „	=	89,70	„	„
100 „	Erdtorf	=	144,60	„	„
100 „	Pechtorf	=	184,30	„	„

Karsten gibt an, dass bei Siedeprocessen

2,5 Gewichtsth. Torf	=	1 Gewichtsth.	Steinkohle	
4 Volumina „	=	1 Volumen	„	sind.

Je nach dem Alter und je nach dem Wassergehalt des Torfes entstehen bei der trocknen Destillation verschiedene Producte und zwar verhalten sich die jüngeren Torfe ähnlich wie Holz, die älteren mehr wie Braunkohle und Steinkohle. Als Destillationsproducte treten auf:



Gasförmige Producte: Sumpfgas (Methan), Butan, Wasserstoffgas, Kohlenoxyd, Kohlensäure, Stickstoff, Aethylen, Butylen, Ditetryl

Feste u. flüssige — Indifferente Körper: Methylalcohol, Aethylalcohol, Aceton, Schwefelkohlenstoff

Feste u. flüssige — Kohlenwasserstoffe: Butylen, Amylen, Turfol (Benzol), Toluol, Terpen, Paraffine, Schwere Oele

Basen: Ammoniac, Aethylamin, Picolin, Lutidin, Anilin, Caespitin

Säuren: Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Cyanwasserstoff, Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure, Baldriansäure, Carbolsäure, Kreosot etc.

Zur Ausführung der empyreumatischen Analyse ist auf die vorhergehenden Abschnitte Steinkohlentheer — Seite 143 — und Braunkohlentheer — Seite 169 — zu verweisen.

Der **Torftheer** ist eine ölartige dunkelbraune Flüssigkeit, nicht dickflüssig, dabei aber von einer gewissen Zähigkeit und von einem höchst unangenehmen Geruche. Das specifische Gewicht schwankt von 0,870—0,965.

Bei der Destillation des Theeres gehen über zwischen:

		Spec. Gew.
120—170° C.	**Turfol-Torfbenzin**	0,720—0,750
170—250° „	**leichtes Torföl, Torfphotogen** . .	0,750—0,800
250—300° „	**schweres Torföl, Torfsolaröl** . .	0,800—0,850
300—350° „	Gas- o. Schmieröl, paraffinhaltig	0,850—0,880
360—x	Paraffinöl	0,880—0,890

Die Ausbeuten der Rohmaterialien und des Theeres schliessen sich den der Braunkohlen an, denn der Durchschnittsgehalt beträgt:

Coks . .	30—40 %	Theerwasser	25—45 %
Theer . .	2—6 „	Gase . . .	5—15 „

100 Theile Theer liefern durchschnittlich:

Turfol . . .	4—8 %	Paraffin . . .	½—10 %
Torfphotogen	10—30 „	Asphalt . . .	15—25 „
Torfsolaröl .	15—30 „	Gase	3—10 „
Schmieröl . .	15—45 „	Wasser . . .	5—20 „

100 Theile Torf liefern:	Theer 0,88—0,90 spec. Gew.	Coks	Theerwasser	Gase, Verluste
a. Celle	5,51 %	33,56 %	37,53 %	23,30 %
b. Coburg	9,23 „	41,66 „	31,41 „	17,70 „
c. Domme	9,09 „	35,31 „	40,00 „	15,60 „
d. Neuenhaus (leichter) . .	8,17 „	40,60 „	43,33 „	7,90 „
e. „ (schwerer) .	6,83 „	29,57 „	50,00 „	13,60 „
f. Zürich (Moostorf) . .	5,40 „	25,00 „	52,00 „	17,00 „
g. Rostokina (Russland) .	8,35 „	35,81 „	32,24 „	20,60 „
h. Botrop (Westphalen) . .	3,82 „	28,50 „	53,00 „	14,68 „
i. Neuwedel	3,44 „	39,00 „	46,80 „	10,76 „
k. Lohne bei Vechta . .	5,60 „	38,40 „	38,65 „	17,35 „
l. Bromberger Canal schwer	6,57 „	31,45 „	42,08 „	19,90 „
m. „ „ leicht	5,54 „	29,68 „	41,66 „	23,12 „

100 Theile Theer liefern:

	Leichtes Oel von 0,820 spec. Gew.	**Schmier- und Gasöl** von 0,870 spec. Gew.	**Paraffin**	**Asphalt**	**Kreosot, Carbolsäure**
a.	8,36 %	15,66 %	2,61 %	13,70 %	38,90 %
b.	21,54 „	26,50 „	4,68 „	7,00 „	32,40 „
c.	19,40 „	19,50 „	3,30 „	17,10 „	40,00 „
d.	13,85 „	13,86 „	3,64 „	19,05 „	36,50 „
e.	18,00 „	19,60 „	5,35 „	16,83 „	30,90 „
f.	14,33 „	8,51 „	0,42 „	42,22 „	33,82 „
g.	27,70 „	27,50 „	0,20 „	26,00 „	10,00 „
h.	10,90 „	19,45 „	2,45 „	26,00 „	31,23 „
i.	14,10 „	18,25 „	3,10 „	24,30 „	28,10 „
k.	15,22 „	17,25 „	0,48 „	20,20 „	32,30 „
l.	12,22 „	16,05 „	4,00 „	17,20 „	40,00 „
m.	12,45 „	16,16 „	4,00 „	17,30 „	40,50 „

H. Vohl.

Bei diesen zahlreichen Versuchen erhielt mithin H. Vohl aus 100 Theilen Theer:

Ausbeute	geringste	grösste
Leichtes Oel, spec. Gewicht = 0,820	10,62 %	33,41 %
Schweres Oel, „ „ = 0,860	19,37 „	40,06 „
Paraffin	1,20 „	6,70 „

Das bei der Destillation von holländischem Stichtorf erhaltene Theerwasser ergab in 100 Gewichtstheilen:

Essigsäure, concentrirte von 1,063 spec. Gew. .		1,580 %
Holzgeist (Methylalcohol) „ 0,870 „ „ .		0,764 „
Ammoniac, wasserfrei		0,086 „
entspricht Chlorammonium . .	0,242 %	
Butter-, Baldrian- und Metacetonsäure		0,207 „
Wasser		97,363 „
		100,000 %

100 Theile Torf von: geben	Theer	Theerwasser	Kohle	Gas
a. Philippstown	2,00 %	23,60 %	37,50 %	36,90 %
b. Wood of Allen, leicht .	3,57 „	32,27 „	39,12 „	25,02 „
c. „ „ „ schwer .	2,76 „	38,10 „	32,64 „	26,49 „
d. Ticknevin	2,91 „	38,63 „	31,11 „	32,34 „
e. „ bei Rothgluth dest.	2,34 „	32,10 „	23,43 „	42,12 „
f. Shannon	4,41 „	38,12 „	21,87 „	35,69 „
g. „ dichter Torf .	1,46 „	21,19 „	18,97 „	57,46 „
Durchschnitt	2,78 %	31,38 %	29,22 %	36,62 %

Die obigen Torftheere und Theerwassermengen ergeben

von:	Theerwasser			Theer		
	Ammoniac Theile	Essigsäure Theile	Holzgeist Theile	Paraffin Theile	Brennöl Theile	Schmieröl Theile
a.	0,302	0,076	0,092	0,024	0,684	0,469
b.	0,187	0,206	0,171	0,179	0,721	0,764
c.	0,393	0,286	0,097	0,075	0,570	0,565
d.	0,210	0,196	0,147	0,170	1,262	0,617
e.	0,195	0,208	0,161	0,196	0,816	0,493
f.	0,404	0,205	0,132	0,181	0,829	0,680
g.	0,181	0,161	0,119	0,112	0,647	0,266
Durchschn.	0,268	0,191	0,146	0,134	0,790	0,550

Kane und Sullivan.

Torf aus der Neumark	I		II	
Wasser	33,58 %		36,23 %	
Asche	6,76 „		5,49 „	
Organische Substanz	59,66 „		58,28 „	
Coks	27,70 %		25,77 %	
Ammoniacwasser .	50,01 „ m. 0,32 NH_3		58,03 „ m. 0,25 NH_3	
Theer: Leichtes Oel .	4,89 „	0,435	5,19 „	0,380
Theer: Schweres Oel .		1,003		1,124
Theer: Paraffinmasse .		1,943		2,389
Theer: Kohl. Rückstand		1,105		0,663
Theer: Verlust . . .		0,304		0,634
Gase und Dämpfe .	17,40 „		11,11 „	
	100,00 %		100,00 %	

Wagenmann.

Torf aus dem Thale des Aven, Dep. Finisterre.

Aus Hypnum, Equisetum vulgare, Cyperaceae und Gramineae bestehend.

Bei der trocknen Destillation wurden erhalten:

Coks	45,00 %	Essigsäure . .	1,20 %
Schwefelsaures Ammon.	1,00 „	Destillat . . .	19,41 „

das letztere ergab:

Pseudoparaffin und Paraffin	8,84	Thl.
Leichte Oele (Benzol, Toluol) . . .	1,10	„
Leuchtöle von 150—220° Siedepunkt	4,73	„
Rohe Theeröle	2,00	„
Harzige in Natron lösliche Substanzen	2,74	„
	19,41	— De Molon.

Torf von Oldenburg, lufttrocken.

Coks	35,31 %	
Theerwasser . .	40,00 „	
Leichtes Oel . .	1,76 „	= 9,06 Theer
Schmieröl . . .	1,77 „	
Asphalt	1,56 „	
Paraffin	0,30 „	
Kreosot, Carbol .	3,67 „	
Gas	15,62 „	
	100,00 %	

7. Eigenschaften und Zusammensetzung der bituminösen Schiefer- und Bogheadkohle etc.

Den ersten Rang unter allen Materialien zur Gewinnung von Mineralölen, Paraffin etc. nimmt unstreitig die im Subcarbon der Steinkohlenformation vorkommende Bogheadkohle — Seite 58 — ein. Die Farbe des Bituminit, Torbanit ist leder- bis schwarzbraun und zwar in den oberen Schichten des Flözes braun, mit gelblich graubraunem Strich und sehr geringem Glanze, wogegen der der Steinkohle schwarz ist, in den unteren Theilen ist die Farbe schwarzbraun. Der Bituminit beschmutzt die Finger nicht, haftet an der Zunge und hat beim Anfeuchten den charakteristischen Thongeruch. Der Bituminit

ist meist hart, wegen einer gewissen Zähigkeit schwer zerbrechlich und giebt beim Brechen bald muschlige, bald dickschiefrige, aber scharfkantige Bruchstücke, und ist parallel den Lagerungsschichten spaltbar. Das specifische Gewicht schwankt zwischen 1,155—1,260, durchschnittlich ist es = 1,189. Leicht entzündlich verbrennt der Torbanit mit weisser heller Flamme und starkem Rauche, im offenen Feuer zerspringt er mit papageyähnlichem Geräusch, wie die meisten Cannelkohlen — Seite 133 — und wird daher auch zeitweise Parrotkohle, Papageykohle genannt; schmilzt dabei nicht, sondern behält die Form unverändert bei, da die Asche, welche 16—30 % beträgt, nur Thon ist und die Kohle sich ungeheuer leicht zersetzt. Es ist überhaupt zur Bildung der Bituminolithe — also der Bogheadkohle und der bituminösen Schiefer, bituminösen Thone oder Shale der Engländer — Seite 85 nachzutragen, dass diese dadurch zu erklären ist, dass sich pflanzliche und thierische Substanzen gleichzeitig mit Thon aus trüben Wassern absetzten und unter solchen Verhältnissen den Umwandlungsprocess, wie bei der Steinkohle und Braunkohle — Seite 73 ff. — angegeben ist, durchmachten. Der bituminöse Thon, bituminöse Schiefer ist rauchgrau bis schwärzlich, der Strich braun, von feinem Korn und homogener Structur, im nassen Zustande sehr fett und zäh mit dem eigenartigen Thongeruch, im getrockneten aber schiefrig und blättrig, beim Glühen zuerst verbleichend, dann roth oder gelb sich brennend. In dünnen Stücken in eine Flamme gehalten verbrennen dieselben mit weisser russender Flamme. Specifisches Gewicht = 2,30—2,57. Der Aschengehalt schwankt von 50—80 %; der Wassergehalt ist wie bei der Bogheadkohle ein geringer, im lufttrocknen Zustande nur 0,5—1,5 %.

Das Verhalten all dieser Körper gegen Lösungsmittel ist bereits — Seite 58 — angegeben; nur ist noch hinzuzufügen, dass die Bogheadkohle bei **Resiutta** an der Pontebabahn (Lombardei) an kochenden Aether 1,15 % und an Benzol 1,45 % eines asphaltähnlichen Körpers abgiebt. Diese Kohle ist braun, gepulvert olivenfarbig, theils derb, theils schiefrig, ist wie die vorhergehenden, leicht entzündlich und brennt mit

grosser, starkleuchtender, russender Flamme. Specifisches Gewicht 1,516.

Elementarzusammensetzung der Bogheadkohle.

	Englische Bogheadkohle				Mittel	Aschen-frei
Kohlenstoff	65,72 %	63,93 %	65,80 %	60,90 %	63,30 %	80,50 %
Wasserstoff	9,03 „	8,85 „	9,18 „	9,20 „	9,00 „	11,40 „
Stickstoff	0,72 „	0,96 „	0,70 „	0,78 „	0,80 „	1,00 „
Sauerstoff	4,78 „	4,70 „	5,50 „	4,38 „	4,90 „	6,20 „
Schwefel		0,32 „	0,10 „	0,32 „	0,21 „	0,30 „
Asche	19,75 „	21,22 „	18,70 „	24,20 „	21,40 „	
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	Stenhouse	Penny	Russel	Matter		

Lombardische Bogheadkohle, Resiuttakohle	Aschenhaltig	Aschenfrei
Kohlenstoff	35,39 %	71,07 %
Wasserstoff	3,83 „	7,20 „
Sauerstoff, Stickstoff	29,67 „	21,73 „
Asche	50,31 „	—
	100,00	100,00

M. Buchner.

Zusammensetzung der Asche der englischen Bogheadkohle.

Kieselsäure	58,31 %	56,00 %	57,20 %	48,50 %	54,50 %
Thonerde *)	33,65 „	43,52 „	53,30 „	39,10 „	39,30 „
Eisenoxyd	7,00 „	0,35 „	7,80 „	12,40 „	5,00 „
Kali, Natron	1,25 „	0,76 „	—	—	—
Phosphorsäure, Chlor	—	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	Stenhouse	Herapath	Erdmann.	Geuther	Matter

*) Die Thonerde ist sehr leicht in Säuren löslich und wird deshalb die Asche zur Alaunfabrikation verwendet.

Die elementare Zusammensetzung der Bituminite unterscheidet sich durch den bedeutenden Wasserstoffgehalt und den geringen Kohlenstoffgehalt ihrer Cokse, der zu ²/₃ aus Asche besteht und daher keinen Brennwerth hat, wesentlich von Kohlen; sie übertreffen aber alle anderen Kohlen hinsichtlich der Quantität Gas, welche aus ihnen dargestellt werden kann, und durch die ausserordentlich leichte Zersetzbarkeit bei verhältnissmässig niederer Temperatur. Werden Stückchen Bogheadkohle und gewöhnliche Kohle je in einer Retorte erhitzt, so ist erstere schon längst zersetzt, wenn die Zersetzung der letzteren kaum begonnen hat. Das daraus dargestellte Gas ist sehr rein und ausserordentlich reich an schweren Kohlenwasserstoffen und daher mit sehr heller Flamme brennend; 50 Kilogramm Kohle geben ungefähr 7—800 Cubikfuss oder 21,64 bis 24,73 Cubikmeter Gas und zwar besteht dieses aus:

Zusammensetzung des Bogheadkohlengases.

Schwerem Kohlenwasserstoff	24,50	Volumprocenten
Leichtem „	58,38	„
Kohlenoxydgas	6,58	„
Wasserstoffgas	10,54	„
	100,00	Bolley.

Bei der trocknen Destillation bilden sich die bereits bekannten Producte, wie sie bei den Braunkohlen — Seite 168 — und dem Torf — Seite 185 — angegeben sind; es finden sich namentlich darin die Kohlenwasserstoffe Hexylen, Heptylen, Caproylen, Oenanthylen und wird das Gemenge der sogenannten „Leichten Oele“ als **Bogheadnaphta** oder **Bathgatenaphta** in den Handel gebracht.

Engl. Bogheadkohle liefert ungefähr 65—70 % flüssige Producte und 30—35 % Coks.
Resiuttakohle liefert „ 40—50 „ „ „ und 50—60 % Coks.
Guter bituminöser Schiefer „ 30—40 „ „ „ und 60—70 % Coks.

	Englische Bogheadkohle	Resiuttakohle I	Resiuttakohle II	Böhmischer bituminöser Schiefer
a. Aschenhaltig.				
Flüss. Bestandth.	68,51—69,10 %	40,88 %	46,80 %	20,94 %
Kohlenst. i. Coks	9,49— 8,00 „	12,97 „	12,19 „	6,84 „
Asche	22,00—22,90 „	46,15 „	40,01 „	74,22 „
	100,00 100,00	100,00	100,00	100,00
b. Aschenfrei berechnet				
Flüss. Bestandth.	87,80—89,62 %	75,81 %	77,60 %	81,20 %
Coks	12,20—10,38 „	24,19 „	22,40 „	18,80 „
	100,00 100,00	100,00	100,00	100,00

M. Buchner.

Oder bestimmter 100 Theile Rohmaterial liefern von:

1. Boghead-schiefer	8—12 %	Theerwasser	8—9 %	leichte Oele
	30—34 „	Theer mit	6—9 „	schwere „
	30—36 „	Gase etc.	2—3 „	Paraffin
2. Bituminösem Schiefer	6—10 „	Theerwasser	6—10 „	leichte Oele
	4—12 „	Theer mit	6—10 „	schwere „
	12—25 „	Gase etc.	1—2 „	Paraffin

Theerausbeuten etc. der bituminösen Schiefer etc.

Schiefer von/aus	Theer	Theerwasser	Coks	Gase, Verluste etc.
Bogheadkohle.				
a. Bathgate	34,12 %	8,36 %	21,89 %	35,63 %
b. Rocksoles	32,80 „	10,10 „	22,50 „	34,60 „
c. Torbanehill	32,00 „	9,75 „	26,25 „	32,00 „
d. Süd Boghead	28,22 „	11,50 „	28,00 „	32,28 „
Bituminöse Schiefer.				
e. Westerwald	10,85 „	9,23 „	58,68 „	21,24 „
f. Bielefeld	4,90 „	9,00 „	59,85 „	16,25 „
g. Prov. Sachsen	9,00 „	6,53 „	70,27 „	13,44 „
h. „ Voigtstedt . . .	7,20 „	8,40 „	69,90 „	14,50 „
i. Teplitz	8,45 „	7,68 „	70,48 „	13,42 „
k. Meissen	10,50 „	10,00 „	64,10 „	15,40 „

100 Theile Theer, specifisches Gewicht = 0,865—0,890, geben:

	Leichte Oele	Schwere Oele	Paraffin	Rückstand	Kreosot, Gase, Verluste
a.	26,53 %	27,66 %	7,00 %	22,60 %	16,81 %
b.	27,85 „	27,53 „	5,86 „	20,42 „	18,34 „
c.	25,80 „	29,45 „	6,15 „	20,50 „	18,00 „
d.	27,00 „	25,00 „	5,00 „	22,00 „	21,00 „
e.	30,45 „	21,32 „	3,12 „	22,63 „	22,48 „
f.	26,55 „	36,46 „	4,00 „	15,67 „	17,32 „
g.	22,46 „	38,32 „	2,85 „	16,91 „	19,46 „
h.	24,33 „	35,89 „	4,62 „	17,86 „	17,30 „
i.	18,50 „	38,50 „	3,50 „	19,50 „	20,00 „
k.	20,00 „	40,50 „	3,25 „	24,75 „	21,50 „

V. Chemische Constitution der Mineralöle. Bildung der Kohlenwasserstoffe. Einwirkung chemischer Agentien auf Mineralöle. Verhältniss der Mineralöle zu den Pflanzenölen und Thierfetten.

Die Erdöle der verschiedenen Länder, Erdtheer, Erdwachs, die Producte der trockenen Destillation der Fossilien sind Gemenge verschiedener Kohlenwasserstoffe, die sich von den kohlenstoffärmsten bis zu den kohlenstoffreichsten Verbindungen aufbauen, Glieder ganz bestimmter Reihen chemischer Verbindungen sind, in allen Aggregatzuständen vorkommen und mit den Kohlenstoffverbindungen der Pflanzen- und Thierfette in allgemeinen Zügen fast das Gebiet der organischen Chemie umfassen. Es dürfte daher doch angezeigt sein, Kenntniss von ihren elementaren Zusammensetzungen und den daraus hervorgehenden Abkömmlingen — Derivate — zu nehmen; welche sich aber nicht erreichen lässt, ohne dabei einiges Theoretische aus der Chemie der Kohlenstoffverbindungen zu berücksichtigen.

Der Kohlenstoff unterscheidet sich von allen übrigen bis jetzt bekannten Elementen dadurch, dass er mit Wasserstoff eine ausserordentlich grosse Anzahl Verbindungen in den verschiedensten Verhältnissen zu bilden im Stande ist; indem nicht nur in dem Kohlenstoffatom selbst, sondern auch durch Bindung mehrerer Kohlenstoffatome untereinander, welche man als Kohlenstoffkerne bezeichnet, die sämmtlichen freien Affinitäten — Seite 200 — gesättigt werden können. Diese Verbindungen, welche theils gasförmig, theils flüssig, theils fest, jedoch sämmtlich flüchtig sind, haben die Bezeichnung „Kohlenwasserstoffe“.

Durch die chemische Analyse wird festgestellt, in welchem Verhältnisse der Kohlenstoff zum Wasserstoff, oder bei Gegenwart noch von Sauerstoff, Stickstoff etc. zu diesen in einer organischen Verbindung steht und aus den ursprünglichen Procentzahlen wird eine Formel berechnet, die, wenn sie nur die Art und die Zahl der Atome ausdrückt, eine **empirische Formel** genannt wird.

Die Erfahrung lehrt aber, dass es viele organische Verbindungen giebt, welche bei gleicher procentischer Zusammensetzung ganz verschiedene physikalische und chemische Eigenschaften haben und solche Körper heissen **isomere**, von *ἰσομερής*, aus gleichen Theilen bestehend.

Die Ursache dieser eigenthümlichen Erscheinungen kann zweierlei Art sein: 1. entweder haben die isomeren Körper verschieden grosse Moleculargewichte, 2. oder es sind bei gleicher Moleculargrösse ihre Elementaratome in verschiedener Weise aneinander gelagert und gebunden.

Wird diese **Isomerie**, wie im ersten Falle, durch verschiedene Moleculargrössen bedingt, so wird sie auch als **Polymerie** — von *πολυμερής* aus vielen Theilen bestehend — bezeichnet und geben nachstehende Kohlenwasserstoffe ein Beispiel, deren empirische Formel bei gleicher procentischer Zusammensetzung:

Kohlenstoff	85,71 %
Wasserstoff	14,29 „
	100,00 %

ein Vielfaches von CH_2 des noch nicht bekannten Formylen sind:

C_2H_4	. . . Aethylen	C_6H_{12}	. . . Hexylen
C_3H_6	. . . Propylen	C_7H_{14}	. . . Heptylen
C_4H_8	. . . Butylen	C_8H_{16}	. . . Octylen
C_5H_{10}	. . . Amylen	C_9H_{18}	. . . Nonylen

Gleichzeitig sind nachstehende complicirtere Verbindungen bei gleicher chemischer Zusammensetzung von

Kohlenstoff	40,00 %
Wasserstoff	6,67 „
Sauerstoff	53,33 „
	100,00 %

ein Multiplum von CH_2O:

CH_2O . . . Formaldehyd
$C_2H_4O_2$ . . . Essigsäure
$C_3H_6O_3$ . . . Milchsäure
$C_4H_8O_4$ . . . Dioxybuttersäure
$C_6H_{12}O_6$ . . . Traubenzucker

Im zweiten Falle wird noch unterschieden α. **Isomerie im engeren Sinne** oder **Structurisomerie.** Die Körper enthalten alle Kohlenstoffatome in directer Verbindung und haben daher das gleiche Moleculargewicht und β. **Isomerie im weiteren Sinne** oder **Metamerie.** Die dahin gehörigen Körper haben dasselbe Moleculargewicht, enthalten aber zwei- oder mehrere Kohlenstoffgruppen, welche durch zwei oder mehrwerthige Radicale zusammengekettet sind. So z. B. hat die Buttersäure — $C_4H_8O_2$ — eine ölige, in der ranzigen Butter enthaltene, unangenehm riechende Flüssigkeit, dieselbe empirische Formel, wie der Essigäther — $C_4H_8O_2$ —, eine farblose Flüssigkeit von angenehmem Apfelgeruch; ebenso ist die empirische Formel für den Pflanzenzellstoff — Cellulose —, für Stärkemehl und Dextrin, die gleiche — $C_6H_{10}O_5$ — und doch besitzen diese Stoffe sehr verschiedene Eigenschaften.

In solchen Fällen muss angenommen werden, dass die Molecüle der betreffenden Substanzen einen verschiedenen atomistischen Bau haben, d. h. also, dass die gleichen Elementaratome in den Molecülen dieser Körper auf verschiedene Weise aneinander gelagert oder gruppirt sind.

Die chemische Constitution der organischen Verbindungen, d. h. die Gruppirung und Lagerung der Atome in den Molecülen zu erforschen, ist die wichtige Aufgabe der Chemiker. Da aber weder die Atome noch die Lagerungen derselben in einem Molecül zu sehen oder auf eine andere Weise mit Sicherheit zu ermitteln sind, so müssen wir uns mit Hypothesen begnügen, die versuchen, einen Einblick in die Lagerung der Atome und Atomgruppen zu gestatten.

Diese Hypothesen über die chemische Constitution oder über den atomistischen Bau der Körper sind aber keineswegs

Producte willkürlicher Speculation, sondern gründen sich auf sorgfältige Untersuchungen und eingehende Studien über die Bildungsweisen, über die Umsetzungen und Spaltungen der betreffenden Verbindungen, sind also das Resultat genauer Beobachtungen und Versuche.

Um die Zusammensetzung eines Körpers auszudrücken, werden neben den empirischen Formeln auch sogenannte **rationelle Formeln** gebraucht, durch welche Aufschlüsse über den inneren Bau und inneren Zusammenhang der verschiedenen Körper untereinander gegeben werden; denn äusserlich oft sehr verschiedene Stoffe sind ihrer chemischen Constitution oder ihrer inneren Natur nach nicht selten so nahe miteinander verwandt, dass sie in ein und dieselbe chemische Gruppe eingereiht werden müssen.

Die chemische Natur eines Körpers wird erst dann erkannt, wenn seine chemische Constitution erforscht und eine rationelle Formel für ihn aufgestellt ist. Schon in vielen Fällen hat die Kenntniss der letzteren zur Entdeckung neuer oder zur künstlichen Darstellung natürlich vorkommender organischer Verbindungen geführt.

Je nach der Verschiedenheit der Anschauungen, von denen man ausging, wurden seit Anfang dieses Jahrhunderts verschiedene Theorien, richtiger Hypothesen, über die Constitution der chemischen Verbindungen, damit auch verschiedene rationelle Formeln für einen und denselben Körper aufgestellt und es waren nacheinander mehr oder weniger in Gebrauch: Davy's und Berzelius' elektrochemische Theorie, letztere auch dualistische genannt, die Radicaltheorie, die Substitutionstheorie, die Kerntheorie, die Theorie der Paarlinge, Dumas Typentheorie, Gerhardt's und Williamson's Typentheorie etc.

Da nach diesen Theorien die rationellen Formeln nur Umsetzungs- oder Reactionsformeln unter Zugrundelegung verschiedener Radicale sind, so veranschaulichen sie auch nur die verschiedenen Umsetzungen der Körper und ermöglichen hierdurch nur einen Vergleich mit der chemischen Natur anderer Verbindungen, dagegen geben diese rationellen Formeln keinen

Aufschluss über die Lagerung und Anordnung der Elementaratome innerhalb des Molecüls der betreffenden Verbindung, oder mit andern Worten über die Constitution oder Structur derselben. Letzteres ist der Zweck der gegenwärtig gebräuchlichen **Constitutions-** oder **Structurformeln** oder **auflösenden Formeln.**

Diese **Theorie der chemischen Structur**, welche auch als die **Theorie der Atomverkettung** oder **der Bindung der Elementaratome in den Verbindungsmolecülen** bezeichnet wird, sucht die Eigenschaften der chemischen Verbindungen auf die Natur und die Anordnung der sie zusammensetzenden Elementaratome zurückzuführen, beruht auf der verschiedenen Valenz oder Werthigkeit der Elemente, daher auch unter dem Namen **Valenztheorie** bekannt und geht von der Erfahrung aus, dass der Kohlenstoff —C— ein vierwerthiges Element ist, mithin vier freie Verwandtschaftseinheiten oder Affinitäten besitzt, dass also der Kohlenstoff 4 Atome Wasserstoff braucht, um eine gesättigte Verbindung einzugehen.

Von den anderen in organischen Verbindungen häufiger vorkommenden Elementen sind noch Chlor, Brom, Sauerstoff etc. zu erwähnen, deren atombindende Kraft der Elemente oder die Affinitätskraft durch einen oder mehrere Striche beim Symbol ausgedrückt wird; sie vermögen sich in der angegebenen Werthigkeit zu ersetzen, zu substituiren. Es sind also:

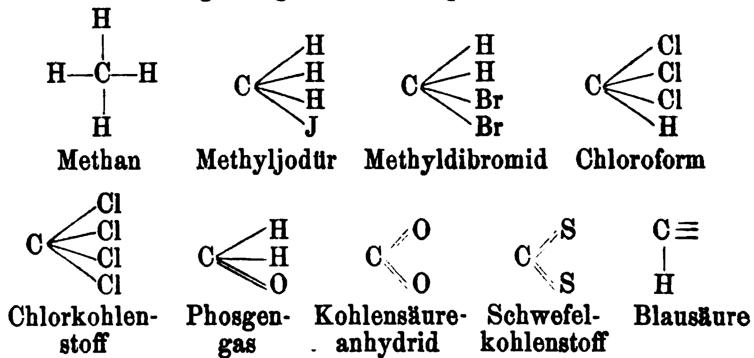
einwerthig O oder O^{I}; Wasserstoff H^{-}; Chlor Cl^{-}; Brom Br^{-}; Jod J^{-}; Natrium Na^{-}; Kalium Ka^{-}.

zweiwerthig —O— oder O^{II}; Sauerstoff $^{-}$O^{-}; Schwefel $^{-}$S^{-}.

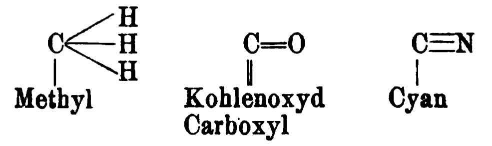
dreiwerthig O (mit drei Strichen: |, Λ) oder O^{III}; Stickstoff N (|, Λ); Phosphor P (|, Λ); Arsen As (|, Λ).

vierwerthig —O— (mit vier Strichen) oder O^{IV}; Kohlenstoff —C— (mit vier Strichen) oder C< (vier Striche) oder C< (doppelte Striche) oder C≡ (mit einem Strich nach unten)

und sind mithin gesättigte Verbindungen:



Sind dagegen in einer Verbindung des Kohlenstoffs die 4 Affinitäten nicht alle durch andere Atome gesättigt oder befriedigt, mithin noch freie Verwandtschaftseinheiten vorhanden, so sind das ungesättigte Verbindungen oder ungesättigte Atomgruppen wie:



Dieser vierwerthige Kohlenstoff bildet in den organischen Verbindungen den Stammkern, indem sich an diesen **Stammkern** direct oder indirect andere Atome oder Atomgruppen anlagern oder kettenförmig aneinander reihen und es entstehen die verschiedenen organischen Kohlenstoffverbindungen.

Eine charakteristische Eigenschaft des Kohlenstoffes ist, dass sich seine Atome in grosser Zahl miteinander verbinden können, wodurch Gruppen von grosser Stabilität entstehen — **Kohlenstoffkerne** —, welche in organischen Verbindungen die Rolle von Elementen spielen und gewissermassen das Knochengerüste der organischen Verbindungen bilden.

Der einfachste Kohlenwasserstoff ist das in den Steinkohlengruben und Sümpfen sich findende Sumpfgas oder Grubengas, welches auch als Methan oder Methylwasserstoff — $CH_3.H$ — bezeichnet wird, in diesem einfachsten Körper sind wie bekannt alle Affinitäten gebunden. Verbinden sich nun 2 oder

mehrere Kohlenstoffatome miteinander, so ist der einfachste Fall der, dass sie sich mit je einer Affinitätseinheit gegenseitig binden; jedes der beiden Kohlenstoffatome behält somit 3, beide Kohlenstoffatome also 6 freie Verwandtschaftseinheiten. Eine derartige aus 2 Atomen Kohlenstoff bestehende Atomgruppe ist somit *sechswerthig*; eine Gruppe mit 3 verbundenen Atomen daher *achtwerthig*, mit 4 verbundenen Atomen *zehnwerthig* u. s. w., wie aus folgenden graphischen Darstellungen hervorgeht:

C C_2 C_3 C_4

C_5 C_6

u. s. w.

Für jedes neu hinzutretende Kohlenstoffatom erhöht sich somit bei obiger Bildungsweise die Zahl der freien Affinitäten um zwei. Ein aus n Atomen Kohlenstoff bestehendes Molecül wird daher bei je einfacher Bindung zwischen den einzelnen Kohlenstoffatomen $2n + 2$ freie Affinitäten enthalten.

Werden nun in diesen vorstehenden *Kohlenstoffkernen* sämmtliche freien Verwandtschaftseinheiten durch Wasserstoff gesättigt, so entstehen eine Reihe Kohlenwasserstoffverbindungen — *gesättigte Kohlenwasserstoffe* —, die sich durch je 1 *Kohlenstoffatom* und 2 *Wasserstoffatome*, also durch eine Zusammensetzungsdifferenz von CH_2 unterscheiden, eine Reihe, welche eine **homologe Reihe** genannt wird und deren Charakter bei allen Gliedern der Reihe gleich ist, d. h. es können von den Gliedern einer *homologen Reihe* entweder alle nur Kohlenwasserstoffe, oder alle nur Alcohole, oder alle nur Säuren oder Chloride etc. sein.

Von dem fundamentalen Kohlenwasserstoff = **Sumpfgas** oder **Methan** ausgehend, finden sich in dieser *Sumpfgasreihe* nur Kohlenwasserstoffe, deren Kohlenstoffatome durch je eine

Verwandtschaftseinheit festgehalten werden; Kohlenwasserstoffe von der allgemeinen Formel $C n H_2 n + 2$, deren erste Glieder gasförmig, die mittleren farblose Flüssigkeiten mit aufsteigendem Siedepunkte und die höchsten Glieder feste krystallinische Körper — **Paraffine** — sind, sich zum grossen Theile im Erdöle, den Erdölgasen fertig gebildet finden und als Producte bei der trockenen Destillation der Fossilien, Holz etc. auftreten.

Kohlenwasserstoffe der Sumpfgasreihe $C n H_2 n + 2$.
Reihe der normalen Ethane oder normalen Paraffine.

Namen		Formel		Siedepunkt	Spec. Gew.
Methan = Sumpfgas .		$C H_4$	$C H_3 . H$	Gas	0,559
Aethan = Aethyl-		$C_2 H_6$	$C_2 H_5 . H$	„	1,036
Propan = Propyl-		$C_3 H_8$	$C_3 H_7 . H$	„	—
Butan = Butyl-		$C_4 H_{10}$	$C_4 H_9 . H$	1° C.	0,600
Pentan = Amyl-		$C_5 H_{12}$	$C_5 H_{11} . H$	37,39° C.	0,628
Hexan = Hexyl-		$C_6 H_{14}$	$C_6 H_{12} . H$	70,5° „	0,668
Heptan = Heptyl-	Wasserstoff	$C_7 H_{16}$	$C_7 H_{15} . H$	98,4° „	0,669
Octan = Octyl-		$C_8 H_{18}$	$C_8 H_{17} . H$	125° „	0,703
Nonan = Nonyl-		$C_9 H_{20}$	$C_9 H_{19} . H$	148° „	0,741
Decan = Decatyl-		$C_{10} H_{22}$	$C_{10} H_{21} . H$	158° „	0,750
Endecan = Undecyl-		$C_{11} H_{24}$	$C_{11} H_{23} . H$	182° „	0,765
Dodecan = Lauryl-		$C_{12} H_{26}$	$C_{12} H_{25} . H$	202° „	0,776
Tridecan = Cocinyl-		$C_{13} H_{28}$	$C_{13} H_{27} . H$	216° „	0,792
Tetradecan = Myristyl-		$C_{14} H_{30}$	$C_{14} H_{29} . H$	238° „	—
Pentadecan = Benyl-		$C_{15} H_{32}$	$C_{15} H_{31} . H$	258° „	—
Hekdecan = Palmityl-		$C_{16} H_{34}$	$C_{16} H_{33} . H$	278° „	—
Heptadecan		$C_{17} H_{36}$	$C_{17} H_{24} . H$	303° „	—
Octadecan		$C_{18} H_{38}$	—	317° „	—
Nonadecan		$C_{19} H_{40}$	—	330° „	—
Eicosan		$C_{20} H_{42}$	—	—	—
Docosan		$C_{22} H_{46}$	—	—	—
Tricosan		$C_{23} H_{48}$	—	—	—
Tetracosan		$C_{24} H_{50}$	—	—	—
Pentacosan		$C_{25} H_{52}$	—	—	—
Hexacosan		$C_{26} H_{54}$	—	—	—
Heptacosan		$C_{27} H_{56}$	—	—	—
Paraffin		$C_{30} H_{62}$	—	370° „	—

Die festen Kohlenwasserstoffe $C_{17} H_{36}$ — $C_{30} H_{72}$, welche sämmtlich im Paraffin enthalten sind, resp. daraus dargestellt werden können, haben bis jetzt noch nicht vollständig rein isolirt werden können.

Bis zum Jahre 1848 war ausser dem Sumpfgase, also dem ersten Gliede dieser Reihe, keiner der hierher gehörigen Kohlenwasserstoffe sicher bekannt und erst nach den epochemachenden Untersuchungen Kolbe's über die Elektrolyse der fetten Säuren vervollkommnete sich die Reihe bis zum 30. Kohlenwasserstoffatom, in welcher nur noch wenige Glieder fehlen.

Wie das Sumpfgas sind alle folgenden Glieder gesättigte Verbindungen und es giebt von allen diesen Gliedern, wie Seite 200 angegeben, ungesättigte kohlenstoffhaltige Atomgruppen, die, obwohl zusammengesetzt, sich wie einfache Körper oder Elemente verhalten, d. h. mit anderen Elementen oder Atomgruppen sich vereinigen, in chemischen Verbindungen durch Elemente ersetzt oder vertreten werden, auch unter sich Verbindungen eingehen und sich gegenseitig unter Berücksichtigung ihrer Werthigkeit ersetzen können. Solche kohlenstoffhaltige zusammengesetzte Körper — ungesättigte Molecüle —, die sich wie einfache verhalten, werden **organische oder zusammengesetzte Radicale** genannt. Es sind Reste von chemischen Verbindungen, welche hinterbleiben, wenn den gesättigten Molecülen ein oder mehrere Atome Wasserstoff entzogen werden; sie bleiben bei der Einwirkung chemischer Agentien unangegriffen, gehen unverändert in andere Verbindungen über, sind aber nicht absolut unveränderlich, sondern erleiden unter gewissen Bedingungen weitere Substitutionen. Bei der Einwirkung von Chlor, Brom, Jod auf Grubengas etc. lässt sich Wasserstoffatom für Wasserstoffatom ersetzen und es werden dadurch homologe Reihen der Chlor-, Brom-, Jodderivate, resp. **Halogenverbindungen der ein- und mehrwerthigen Alcoholradicale** erhalten,

I. $CH_4 + 2J = HJ + CH_3J$	Methyljodür.
II. $CH_4 + 4Br = 2HBr + CH_2Br_2$	Bibrommethyl, Methylenbromid, Methanbromid.
III. $CH_4 + 6Cl = 3HCl + CHCl_3$	Chloroform, Trichlormethan, Methenylchlorid.
IV. $CH_4 + 8Cl = 4HCl + CCl_4$	Chlorkohlenstoff, Tetrachlormethan.

I.	$C_2H_6 + 2\ J = 4\ J + C_2H_5J$	Aethyljodür.
II.	$C_2H_6 + 4\ Br = 2\ HBr + C_2H_4Br_2$	Bibromäthyl, Aethylenbromid, Aethanbromid.
III.	$C_2H_6 + 6\ Cl = 3\ HCl + C_2H_3Cl_3$	Methylchloroform, Aethenylchlorid.
IV.	$C_2H_6 + 8\ Cl = 4\ HCl + C_2H_2Cl_4$	Acetylentetrachlor., Aethintetrachlorid.
V.	$C_2H_6 + 10\,Cl = 5\ HCl + C_2HCl_5$	Aethinylchlorid etc.

und zwar ist die Nomenclatur derartig gebildet, dass, vom Kohlenwasserstoff ausgehend, die Reste bei Abnahme von graden Wasserstoffatomen mit den im Alphabet aufsteigenden Vocalen gebildet werden und bei den Kohlenwasserstoffresten mit ungraden Wasserstoffatomen die Endung „yl" an den vorhergehenden Kohlenwasserstoffrest mit graden Wasserstoffatomen gehängt wird. Bei den zweiwerthigen Kohlenwasserstoffresten Aethen, Propen, Buten ist die ältere Nomenclatur durch Anhängen der Silbe „en" an das einwerthige Radical gebräuchlicher, also Aethylen, Propylen, Butylen etc.

	I.	II.	III.
Methan CH_4	Methyl CH_3	Methen CH_2	Methenyl CH
Aethan C_2H_6	Aethyl C_2H_5	Aethen C_2H_4	Aethenyl C_2H_3
Propan C_3H_8	Propyl C_3H_7	Propen C_3H_6	Propenyl C_3H_5
Butan C_4H_{10}	Butyl C_4H_9	Buten C_4H_8	Butenyl C_4H_7
Pentan C_5H_{12}	Pentyl C_5H_{11}	Penten C_5H_{10}	Pentenyl C_5H_9
Hexan C_6H_{14}	Hexyl C_6H_{13}	Hexen C_6H_{11}	Hexenyl C_6H_{11}

IV.	V.	VI.	VII.
Aethin C_2H_2	Aethinyl C_2H		
Propin C_3H_4	Propinyl C_3H_3	Propon C_3H_2	Proponyl C_4H
Butin C_4H_6	Butinyl C_4H_5	Buton C_4H_4	Butonyl C_4H_3
Pentin C_5H_8	Pentinyl C_5H_7	Penton C_5H_6	Pentonyl C_5H_5
Hexin C_6H_{10}	Hexinyl C_6H_9	Hexon C_6H_8	Hexonyl C_6H_7

VIII.

Butun C_4H_2 Pentun C_5H_4 Hexun C_6H_6 (Benzol)

Frankland ist es nun durch die merkwürdigsten und interessantesten Versuche gelungen, mittelst Einwirkung von Methyljodür oder Aethyljodür auf metallisches Zink künstliche

Kohlenwasserstoffe zu bilden und lieferte dadurch ein neues Entdeckungsfeld, welches reichliche Ernte lieferte.

Nach der Aequivalenttheorie verlief die Zersetzung wie folgt:

$$\underbrace{CH_3J}_{\text{Jodmethyl}} + \underbrace{Zn}_{\text{Zink}} = \underbrace{ZnJ}_{\text{Jodzink}} + \underbrace{CH_3}_{\text{Methyl}}.$$

$$\underbrace{C_2H_5J}_{\text{Jodäthyl}} + Zn = ZnJ + \underbrace{C_2H_5}_{\text{Aethyl}}$$

Sowohl Frankland als Kolbe haben diese Kohlenwasserstoffe als die wirklichen freien Radicale der Alcohole betrachtet und erhielten eine homologe Reihe der Radicale:

Methyl . . .	CH_3	Butyl . . .	C_4H_9
Aethyl . . .	C_2H_6	Amyl . . .	C_5H_{11}
Propyl . . .	C_3H_7	Hexyl . .	C_6H_{13} etc.

Gerhardt und Laurent schlugen vor, die Formeln zu verdoppeln, um sie mit dem **Avogadro'schen Gesetz**: „Bei gleichem Drucke und gleicher Temperatur enthalten gleiche Volume verschiedener Gase eine gleiche Anzahl von Molecülen", in Uebereinstimmung zu bringen.

Auch A. W. Hofmann sprach sich für die Verdoppelung der Formeln aus und führte als weiteren Grund an, dass bei Annahme von Kolbe's und Frankland's Formeln die Erhöhung des Siedepunktes für jede Zunahme von CH_2 doppelt so gross wäre, als bei anderen homologen Reihen.

Es liess sich auch durch die Verdoppelung die Existenz sogenannter gemischter Radicale voraussehen.

$$\underbrace{\begin{matrix} CH_3J \\ \vdots \\ CH_3J \end{matrix}}_{\substack{\text{Methyl-}\\\text{jodür}}} + \underbrace{Zn''}_{\text{Zink}} = \underbrace{ZnJ_2}_{\substack{\text{Zink-}\\\text{jodid}}} + \left.\begin{matrix} CH_3 \\ | \\ CH_3 \end{matrix}\right\} \text{Methyl oder Dimethyl.}$$

$$C_2H_6 = CH_2 . H_3, \text{ Aethan}$$
$$= CH_3 . CH_3, \text{ Methylmethan.}$$

$$\underbrace{\begin{matrix} CH_3J \\ \\ C_2H_5J \end{matrix}}_{\substack{\text{Methyl-}\\\text{äthyljodid}}} + \underbrace{2\,Na}_{\text{Natrium}} + \underbrace{2\,NaJ}_{\substack{\text{Natrium-}\\\text{jodid}}} + \left.\begin{matrix} CH_3 \\ | \\ C_2H_5 \end{matrix}\right\} \text{Methyläthyl.}$$

$$C_3H_8 = C_3H_7 . H, \text{ Propan} = CH_2$$
$$(CH_3)_2, \text{ Dimethylmethan.}$$

$$\underbrace{\begin{matrix}C_2H_5J\\|\\C_2H_5J\end{matrix}}_{\text{Aethyljodür}} + Zn'' = ZnJ_2 + \left.\begin{matrix}C_2H_5\\|\\C_2H_5\end{matrix}\right\}\text{ Aethyl oder Diäthyl.}$$

$C_4H_{10} = C_4H_9.H$ = Butan = $CH(CH_3)_3$ = Trimethylmethan (Isobutan).

$$\underbrace{\begin{matrix}C_2H_5J\\|\\C_3H_7J\end{matrix}}_{\text{Aethylpropyljodid}} + 2\,Na = 2\,NaJ + \left.\begin{matrix}C_2H_5\\|\\C_3H_7\end{matrix}\right\}\text{ Aethylpropyl.}$$

$C_5H_{12} = C_5H_{11}.H$ Pentan $= C(CH_3)_4$ Tetramethylmethan.

$$\underbrace{\begin{matrix}C_5H_{11}J\\|\\C_5H_{11}J\end{matrix}}_{\text{Jodamyl}} + 2\,Na = 2\,NaJ + \left.\begin{matrix}C_5H_{11}\\|\\C_5H_{11}\end{matrix}\right\}\text{ Diamyl.}$$

$C_{10}H_{22} = C_{10}H_{21}.H$ Decan $= C_6H_{10}(CH_3)_4$ Tetramethylhexan.

u. s. w.

Es können also auf diese Weise eine ganze Reihe normale Ethane oder Paraffine gebildet werden und dass das **Dimethyl, Diäthyl, Diamyl** etc. identisch ist mit **Aethan, Butan, Decan** etc., ferner das **Methyläthyl, Aethylpropyl, Aethylamyl** etc. mit **Propan, Pentan, Heptan** etc. geht daraus hervor, dass, wenn alle diese Verbindungen mit Chlor, Brom etc., wie Seite 203 behandelt werden, sich bilden:

Aethylchlorid	C_2H_5Cl	Propylchlorid	C_3H_7Cl
Butylchlorid	C_4H_9Cl	Pentyl = Amylchlorid . .	$C_5H_{11}Cl$
Decatylchlorid	$C_{10}H_{21}Cl$	Heptyl = Oenanthylchlorid	$C_6H_{13}Cl$

Der Process, wie er oben zur Bildung der Kohlenwasserstoffe angegeben ist, verläuft nicht so einfach wie formulirt, sondern es bildet sich zuerst eine Verbindung der Radicale mit dem Zink, welche dann weiter zersetzt wird, also:

$$\text{a.}\quad 2\,Zn + 2\,C_2H_5J = ZnJ_2 + Zn\begin{matrix}\diagup C_2H_5\\ \diagdown C_2H_5\end{matrix}$$

$$\text{b.}\quad Zn\begin{matrix}\diagup C_2H_5\\ \diagdown C_2H_5\end{matrix} + 2\,C_2H_5J = ZnJ_2 + 2\left.\begin{matrix}C_2H_5\\ C_2H_5\end{matrix}\right\} = C_4H_{10}$$

Mit der Bildung eines einzigen Kohlenwasserstoffes ist aber der Process auch noch nicht vollendet, sondern es ent-

stehen mehrere Kohlenwasserstoffe, wie nur das eine Beispiel der Einwirkung von Aethyljodid und Amyljodid beweisen mag:

$$\underbrace{C_2H_5J}_{\text{Aethyljodid}} + \underbrace{C_5H_{11}J}_{\text{Amyljodid}} + 2\,Na = 2\,NaJ + \underbrace{C_7H_{16}}_{\text{Heptan}}$$

Wie leicht verständlich, werden sich in den verschiedenen Zersetzungsperioden, da die Einwirkung doch keine plötzliche ist, verschiedene Kohlenwasserstoffe und, wie aus den vorhergehenden Gleichungen ersichtlich, sich Butan, Diäthyl, Tetramethylhexan, Diamyl bilden, es wird sich aber auch stets ein kleiner Theil der Paraffine in niedere Glieder der Paraffingruppe und in ungesättigte Kohlenwasserstoffe der Reihe C_nH_{2n} spalten, dadurch werden bei dem Zersetzungsprocess auch noch Aethan und Aethylen erhalten:

$$\underbrace{C_4H_{10}}_{\text{Butan}} = \underbrace{C_2H_6}_{\text{Aethan}} + \underbrace{C_2H_4}_{\text{Aethylen}}$$

Die höheren Glieder der Reihe sind namentlich zu solchen Zersetzungen geneigt.

Vorläufig abgesehen von dem ungesättigten Kohlenwasserstoffe — Aethylen — in der letzten Gleichung, so sind doch oben Körper angeführt, welche eine gleiche empirische Zusammensetzung haben, jedoch andere Structurverhältnisse zeigen, es sind isomere Kohlenwasserstoffe der Sumpfgasreihe und zwar werden zum Unterschiede von den **Normalparaffinen** — Seite 202 — diese **Isoparaffine** genannt; sie finden sich wie jene im amerikanischen Erdöl.

In jeder Gruppe von C_2 an aufsteigend ist nur ein Paraffin möglich, welches das Radical CH_3 zweimal enthält.

In der Gruppe C_2 sind diese beiden CH_3 direct miteinander verbunden, in C_3 befindet sich zwischen den beiden ein CH_2.

$$C_2H_6 \ldots \underbrace{\begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ CH_3 \text{ oder } CH_3{-}CH_3 \end{array}}_{\text{Aethan}}$$

$$C_3H_8 \ldots \underbrace{\begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ CH_2 \\ | \\ CH_3 \text{ oder } CH_3{-}CH_2{-}CH_3 \end{array}}_{\text{Propan}}$$

In C_4, C_5, C_6 ... Cn sind 2, 3, 4 ... n — 2 CH_2 als zusammenhängende Kette zwischen diese zwei CH_3, welche auf beiden Seiten die Kette schliessen, eingeschoben:

C_4H_{10} .... $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$ = Butan
C_5H_{12} .... $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$ = Pentan
C_6H_{14} ... $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$ = Hexan
u. s. w.

So constituirte Paraffine sind die **Normalparaffine**; alle anderen Paraffine, welche mindestens 3 CH_3 und dann begreiflicher Weise auch CH, resp. C enthalten, werden **Isoparaffine** genannt, z. B.:

C_4H_{10} ... $\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}{>}CH - CH_2$ = Trimethylmethan = Isobutan

C_5H_{12} ... $\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}{>}CH - CH_2 - CH_2$ = Isopentan

C_5H_{12} ... $\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}{>}C{<}\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}$ = Tetramethylmethan.

Der Uebersichtlichkeit halber mögen noch einmal die Normalparaffine und Isoparaffine gegenübergestellt werden:

Methan
CH_4

Aethan
CH_3
|
CH_3

Propan
CH_3
|
CH_2
|
CH_3

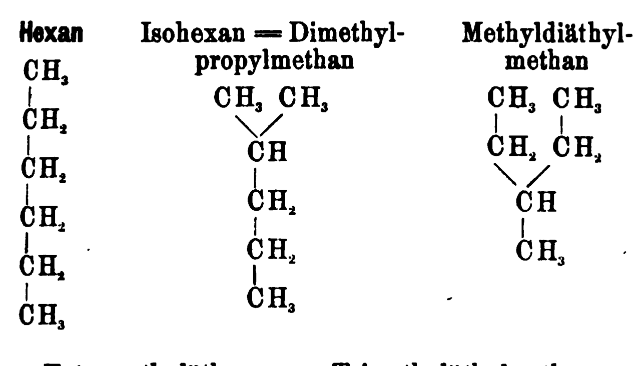
Butan
CH_3
|
CH_2
|
CH_2
|
CH_3

Isobutan = Trimethylmethan
CH_3 CH_3
\ /
CH
|
CH_3

Pentan
CH_3
|
CH_2
|
CH_2
|
CH_2
|
CH_3

Isopentan = Dimethyläthylmethan
CH_3 CH_3
\ /
CH
|
CH_2
|
CH_3

Tetramethylmethan
CH_3 CH_3
\ /
C
/ \
CH_3 CH_3



Tetramethyläthan

$$\begin{array}{ccc} CH_3 & & CH_3 \\ \quad\diagdown & & \diagup\quad \\ & CH{-}CH & \\ \quad\diagup & & \diagdown\quad \\ CH_3 & & CH_3 \end{array}$$

Trimethyläthylmethan

$$\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ H_3C{-}C{-}CH_2{-}CH_3 \\ | \\ CH_3 \end{array}$$

Das Vorkommen von Isoparaffinen beginnt, wie oben zu ersehen, erst in der Gruppe C_4 und steigt die Zahl der theoretisch möglichen Isomerien, wie folgende Tabelle ergiebt, fast ins Unendliche.

Anzahl der **Kohlenstoffatome**	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Anzahl der **Paraffine**	1	1	1	2	3	5	9	18	35	75	159	357	799

u. s. w.

Schorlemmer und Odling unterscheiden von den Isoparaffinen noch zwei weitere Abtheilungen, welche gleichzeitig bei der Aufzählung der bis jetzt bekannten und im Erdöle vorkommenden Paraffine berücksichtigt werden.

1. **Isoparaffine** (eigentliche). Dieselben enthalten ein Kohlenstoffatom, welches mit drei anderen verbunden ist, während die anderen einfache Ketten bilden:

Siedepunkt

C_4H_{10} ... Trimethylmethan . . . $CH \begin{cases} CH_3 \\ CH_3 \\ CH_3 \end{cases}$ . . . 17°

			Siedepunkt
C_5H_{12} . . .	Dimethyläthylmethan . .	$CH\left\langle\begin{matrix}CH_3\\CH_3\\C_2H_5\end{matrix}\right.$	. . . 30°
C_6H_{14} . . .	Methyldiäthylmethan . .	$CH\left\langle\begin{matrix}CH_3\\C_2H_5\\C_2H_5\end{matrix}\right.$	. . . 60°
C_6H_{14} . . .	Dimethylpropylmethan .	$CH\left\langle\begin{matrix}CH_3\\CH_3\\C_3H_7\end{matrix}\right.$	. . . 62°
C_7H_{16} . . .	Dimethylbutylmethan .	$CH\left\langle\begin{matrix}CH_3\\CH_3\\C_4H_9\end{matrix}\right.$	. . . 91°
C_7H_{16} . . .	Triäthylmethan	$CH\left\langle\begin{matrix}C_2H_5\\C_2H_5\\C_2H_5\end{matrix}\right.$	. . . 96°
$C_{10}H_{22}$ . . .	Dimethylheptylmethan .	$CH\left\langle\begin{matrix}CH_3\\CH_3\\C_7H_{15}\end{matrix}\right.$	. . . 155°

2. **Mesoparaffine.** In denselben kommen zwei oder auch mehr Kohlenstoffatome vor, von denen ein jedes mit drei anderen in Verbindung steht. Ihr Name ist davon abgeleitet, dass sie ihrer Constitution nach zwischen der vorhergehenden und nachfolgenden Gruppe stehen (*μεσος*, mittel).

			Siedepunkt
C_4H_{10} . . .	Tetramethyläthan	$(CH_3)_2 . CH . CH(CH_3)_2$.	58° C.
C_8H_{18} . . .	Tetramethylbutan	$(CH_3)_2 . CH . CH_2 . CH_2$. $CH . (CH_3)_2$	109° „
C_9H_{20} . . .	Pentamethylbutan	$(CH_3)_2 . CH . CH . (CH_3)$. $CH_2 . CH . (CH_3)_2$ . . .	130° „
$C_{10}H_{22}$ . . .	Tetramethylhexan	$(CH_3)_2 . CH . CH_2 . CH_2$. $CH_2 . CH_2 . CH . (CH_3)_2$	132° „

3. **Neoparaffine** enthalten ein Atom Kohlenstoff, welches mit vier anderen verbunden ist; dieselben sind erst in der Neuzeit entdeckt worden, daher ihr Name (*νέος*, neu).

			Siedepunkt
C_5H_{10} . . .	Tetramethylmethan .	$CH_3-C\left\langle\begin{matrix}CH_3\\CH_3\\CH_3\end{matrix}\right.$	. . . 9,5°

C_6H_{14} ... Trimethyläthylmethan $C_2H_5{-}C{<}(CH_3)_3$ ... 45°

C_6H_{14} ... Dimethyldiäthylmethan $\genfrac{}{}{0pt}{}{CH_3}{CH_3}{>}C{<}\genfrac{}{}{0pt}{}{C_2H_5}{C_2H_5}$ ... 86°

A. Eigenschaften und Beschreibung der Kohlenwasserstoffe der Sumpfgasreihe $C_nH_{2n}+2$. *Paraffine. Grenzkohlenwasserstoffe.*

Die untersten Glieder dieser Reihe — Seite 202 — sind bei gewöhnlicher Temperatur gasförmig, die nächstfolgenden sehr flüchtige Flüssigkeiten und steigt der Siedepunkt mit der Zunahme von CH_2; die höchsten Glieder sind starr und krystallinisch. Ein Gemisch der letzteren wurde bereits 1830 von Reichenbach — Seite 9 — im Buchenholztheer aufgefunden, von ihm als einheitlicher Körper aufgefasst und **Paraffin** von „*parum affinis*, wenig verwandt" bezeichnet, da der Körper von verschiedenen energisch wirkenden Agentien, z. B. concentriter Schwefelsäure, Salpetersäure, Chromsäure etc. kaum angegriffen wird. Weil dieser Körper kein einfacher ist, sondern ein Gemisch verschiedener Kohlenwasserstoffe und auch die flüssigen und gasförmigen Kohlenwasserstoffe dieser Reihe sich bei gewöhnlicher Temperatur durch eine ähnliche Widerstandsfähigkeit gegen die angeführten Agentien auszeichnen, so wurden nach dem Vorschlage Henry Watts alle „Paraffine" genannt.

Selbst ein Gemisch von Salpetersäure und Schwefelsäure greift diese Paraffine in der Kälte nicht an; werden sie dagegen selbst mit verdünnter Salpetersäure, Chromsäure oder einem Gemisch von Braunstein und verdünnter Schwefelsäure erhitzt, so werden sie langsam oxydirt und zerfallen in Wasser und Kohlensäure. Bei der Einwirkung von Salpetersäure erzeugen sich ausserdem geringe Mengen von fetten Säuren, Bernsteinsäure und Nitrite; bei der Einwirkung der Chromsäure ein wenig Essigsäure; von Salpeterschwefelsäure die Paraffinsäure.

Von den Halogenen, besonders Chlor, werden die Paraffine im Tageslichte nur langsam angegriffen, schneller beim Erwärmen und im directen Sonnenlichte vollzieht sich die Zersetzung, namentlich der gasförmigen Kohlenwasserstoffe, mit solcher Heftigkeit, das bisweilen Kohle ausgeschieden wird. Die bei der Einwirkung von Chlor etc. sich bildenden Substitutionsproducte sind bereits — Seite 203 — angegeben; durch Einwirkung von Wasserstoff in *statu nascendi* können die Halogensubstitutionsproducte der Paraffine wieder in die ursprünglichen Kohlenwasserstoffe übergeführt werden:

$$CCl_4 + 2\,H = H\,Cl + CHCl_3 \quad \text{Chloroform}$$
$$CHCl_3 + 2\,H = H\,Cl + CH_2Cl_2 \quad \text{Methanchlorid}$$
$$CH_2Cl_2 + 2\,H = H\,Cl + CH_3Cl \quad \text{Methylchlorid}$$
$$CH_3Cl + 2\,H = H\,Cl + CH_4 \quad \text{Methan.}$$

Einiges über die künstliche Bildung der Paraffine ist bereits — Seite 205 — angegeben, weiteres folgt bei den nachfolgenden Gliedern der Sumpfgasreihe.

1. Methan.

CH_4; $CH_3 . H . C{\equiv}H_1$.

Methylwasserstoff; Methylhydrür; Methylol; leichter Kohlenwasserstoff; Grubengas; Pitgas; Sumpfgas.

Das Vorkommen gasförmiger Ausströmungen aus der Erde und deren Brennbarkeit ist bereits im Alterthum bekannt gewesen. Die nähere Kenntniss ist jedoch erst das Verdienst Volta's (1778) und besonders Henry's (1805), welche dasselbe von anderen brennbaren Gasen unterscheiden lehrten.

Dieses Gas wird zur Zeit des Blühens von Pflanzen ausgeschieden, bildet sich und findet sich oft sehr reichlich in der Natur; entsteht bei der Zersetzung — Fäulniss — von Pflanzenstoffen unter Wasser (bei Luftabschluss). Die Gasblasen, welche aus stagnirenden Wässern — Sümpfen, Teichen — beim Umrühren des Schlammes aufsteigen, bestehen aus Methan, Stickstoff, Kohlensäure. Auf ähnliche Weise ist dieses Gas bei der Bildung der Steinkohlen entstanden, ist zwischen

den einzelnen Schichten oder den Höhlungen der Kohlenflötze eingeschlossen und strömt beim Abbau derselben, durch niedrigen Barometerstand begünstigt, oft plötzlich aus, um sich entweder zu entzünden — **feurige Schwaden** — oder sich vorher mit der atmosphärischen Luft zu mischen, und beim Entzünden, trotz Sicherheitslampen, Ventilation, mit grosser Heftigkeit zu explodiren — **schlagende Wetter** — und jene furchtbaren Katastrophen herbeizuführen, denen jährlich noch Hunderte von Menschenleben zum Opfer fallen.

Das Methan tritt auch meistens mit Erdölgasen reichlich aus dem Boden, so hat namentlich Pennsylvanien viel Oelbrunnen — Seite 21—23 —, auch sind die heiligen Feuer zu Baku — Seite 4 und 25 — brennendes Sumpfgas im Gemisch mit solchen und Stickstoff und Kohlensäure; bekannt sind ferner Gasausströmungen aus den Schlammvulkanen von Titarofka, Selonaia-Gora auf den Halbinseln Kertsch und Taman und ist besonders erwähnenswerth, dass das, aus dem Schlammvulkan von Bulganak in der Krim ausströmende Gas — reines Methan — nach Bunsen ist.

Einige nicht schlammige Quellen und Wässer enthalten ebenfalls Methan in grösserer oder geringerer Menge, z. B. die Schwefelquelle zu Wertheim (Nassau), die Kaiserquelle zu Aachen, die Quellen der Herculesbäder im Banat und die Borsäure-Fumarolen Toscanas etc.

(Nach Ruge enthalten die Darmgase des Menschen Sumpfgas neben Stickstoff, Wasser und Kohlensäure, bei Genuss von Hülsenfrüchten bis zu 56 %, bei Fleischnahrung bis zu 37,4 %; bei ausschliesslicher Ernährung durch Milch ist es ganz oder fast ganz durch Wasserstoff ersetzt.)

Methan bildet sich ferner gemengt mit Wasserstoff, Kohlenoxyd und anderen Kohlenwasserstoffen bei der trockenen Destillation vieler organischer Stoffe, wie Holz, Torf, Steinkohlen etc. und macht daher einen wesentlichen Bestandtheil des Leuchtgases aus; es findet sich in demselben in um so grösserer Menge, je höher die Temperatur bei dessen Darstellung war, da die kohlenstoffreicheren Kohlenwasserstoffe, vornehmlich das Aethylen, vor ihrem vollständigen Zerfall in Kohlenstoff

und Wasserstoff durch sehr hohe Temperaturen zunächst unter Abscheidung von Kohlenstoff in Methan übergehen.

Auf rein chemischem Wege wird das Methan 1) beim Erhitzen von essigsauren Salzen mit überschüssigem Alcalihydrat oder 2) beim Ueberleiten von Schwefelkohlenstoffdampf und Schwefelwasserstoff über glühendes Kupfer oder 3) beim Durchleiten von Schwefelkohlenstoffdampf und Antimonwasserstoff durch glühende Röhren erhalten, etc.

Das Methan ist ein farb-, geruch- und geschmackloses Gas von 0,5576 specifischem Gewichte, welches erst vor Kurzem von Cailletet durch Compression auf 180 Atmosphären bei einer Temperatur von — 7° C. verflüssigt worden ist.

Das reine Methan wirkt auf den thierischen Organismus in keiner Weise gesundheitsschädlich oder giftig, sondern wirkt nur negativ durch die Abwesenheit von Sauerstoff störend. Bergleute, welche oft eine bis 9 % Grubengas enthaltende Luft einathmen, werden nicht krank; erst wenn der Gehalt sich vermehrt, fühlen sie einen schwachen Druck auf die Stirne, Schläfe und Augen, welcher an der freien Luft sofort wieder vergeht.

Das Methan ist leicht entzündlich und brennt mit schwach leuchtender, oben gelblicher, unten bläulicher Flamme, mit Sauerstoff gemischt verpufft es angezündet heftig; mit 3—4 Volumen atmosphärischer Luft explodirt es nicht, mit $5^1/_2$ bis 6 Volumen schwach, mit 8—10 Volumen am heftigsten; mit 14 Volumen Luft ist die Explosion noch möglich, mit einer grösseren Menge Luft vermischt, brennt es nur bei unmittelbarer Berührung mit der Flamme. Die Entzündungstemperatur des Methans liegt weit höher als die des Wasserstoffs, Schwefelwasserstoffs und des schweren Kohlenwasserstoffs.

In Wasser ist das Gas nur wenig, in Alcohol leichter löslich.

Durch glühende Glasröhren geleitet bleibt das Methan unzersetzt, beim Durchleiten durch stark glühende Porzellanröhren oder unter dem Einflusse eines starken Inductionsfunkenstromes wird es in Kohlen- und Wasserstoff zerlegt, zugleich entstehen aber auch höher condensirte Kohlenwasserstoffe, wie

Acetylen, Benzol, Naphtalin etc., weshalb die theoretisch erforderte Verdoppelung des Volumens: $CH_4 = C + 2H_2$ nicht erreicht wird.

Das Methan, sehr langsam durch mässig rothglühende Porcellanröhren geleitet, liefert Aethan, Aethylen, Acetylen und Homologe dieser Kohlenwasserstoffe.

2. Aethan.

C_2H_6; $C_2H_5 . H$; $CH_3—CH_3$.

Aethylhydür; Aethylwasserstoff; Dimethyl.

Von Kolbe und Frankland ist dieses Gas zuerst 1848 durch Einwirkung von Kalium auf feuchtes Methylcyanid dargestellt, für das freie Radical Methyl CH_3 — Seite 205 — gehalten und später noch von Kolbe bei der Electrolyse der Essigsäure gefunden worden; entsteht beim Erhitzen von Methyljodid mit Zink unter Druck.

Es findet sich gelöst in dem rohen pennsylvanischen und canadischen Erdöle und den Gasen, welche sich aus Petroleumquellen entwickeln.

Zur Darstellung von reinem Aethan lässt man am besten Wasser tropfenweise in Zinkäthyl,

$$\underbrace{(C_2H_5)_2Zn}_{\text{Zinkäthyl}} + \underbrace{H_2O}_{\text{Wasser}} = \underbrace{ZnH_2O_2}_{\text{Zinkhydroxyd}} + \underbrace{2C_2H_6}_{\text{Aethan}}$$

welches namentlich anfänglich gekühlt ist, fallen. Nach dem Trocknen ist das Gas chemisch rein und stellt dann farbloses, geruchloses Gas dar, welches nach Richardson narkotisirend und anästhesirend wirken soll. Das Gas hat ein specifisches Gewicht = 1,075 und lässt sich bei + 4° C. unter einem Drucke von 46 Atmosphären nach Cailletet zu einer Flüssigkeit verdichten. Das Aethan ist leicht entzündlich und brennt mit bläulicher, schwach leuchtender Flamme; in Wasser ist es nur wenig löslich; Weingeist löst bei gewöhnlicher Temperatur ungefähr ein gleiches Volumen.

Chlor und Brom wirken substituirend, wie auf Methan — Seite 203 —.

3. Propan.

C_3H_8; $C_3H_7 . H$; $CH_3{-}CH_2{-}CH_3$.

Propylwasserstoff; Methyläthan; Methyläthyl; Dimethylmethan.

Von Berthelot (1867) durch Erhitzen von Propylendibromid $C_3H_6Br_2$ und anderen 3 Atome Kohlenstoff enthaltenden Verbindungen mit Kaliumjodid und Wasser dargestellt, aber schon 1865 von Ronalds in den Gasen des pennsylvanischen Petroleum nachgewiesen.

Es ist ein farbloses mit leuchtender Flamme brennendes Gas, welches sich durch Kälte zu einer zwischen — 20—25° C. siedenden Flüssigkeit verdichten lässt; ist in Wasser wenig, reichlicher in Weingeist löslich.

4. Butan.

C_4H_{10}; $C_4H_9 . H$; $CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3$.

Normales Butan; Butylwasserstoff; Tetran; Diäthyl; Propylmethyl.

Frankland zeigte 1849 die Bildung — Seite 205 —; es findet sich wie die vorhergehenden im amerikanischen Petroleum und im Leuchtgase, aber auch in dem Erdöle von Zarzkije Kolodzi — Seite 108 —; ist ein farbloses Gas, welches mit hellleuchtender Flamme verbrennt, unter 0° C. condensirt werden kann und bei + 1° C. siedet; hat ein specifisches Gewicht = 0,600, ist in Wasser fast unlöslich, während absoluter Alcohol bei 15° C. ungefähr sein 18 faches Volumen löst.

a. Isobutan.

$$C_4H_{10}.\quad CH_3 - \underset{\displaystyle CH_3}{\overset{}{CH}} - CH_3$$

Pseudobutylwasserstoff; Trimethylmethan.

Wurde 1867 von Butlerow neben Isobutylen durch Einwirkung von tertiärem Butyljodid auf Zink in Gegenwart von Wasser erhalten. Aus dem Gasgemisch kann Isobutylen leicht durch Brom entfernt werden und Isobutan bleibt als farbloses Gas zurück, welches sich erst bei — 17° C. verflüssigen lässt; brennt mit heller etwas russender Flamme. Ist noch nicht mit Sicherheit in den Erdölgasen nachgewiesen.

5. Pentan.

C_5H_{12}; $C_5H_{11}.H$; $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

Quintan; Amylwasserstoff; Pentylwasserstoff; Butylmethyl.

Findet sich in reichlicher Menge nach Schorlemmer im amerikanischen Petroleum und ist zuerst von demselben im leichten Oele des Cannelkohlentheeres aufgefunden, auch findet es sich in den Destillationsproducten der Bogheadkohle, Torbanit, ist eine farblose, sehr leicht bewegliche, bei 37 bis 39° C. siedende Flüssigkeit von 0,6263 specifischem Gewichte bei 17° C.; riecht angenehm ätherisch und wenn alle Respirationsorgane mit dem Gase gefüllt sind, wirkt es anästhesirend. Das Gas brennt mit weisser, leuchtender, etwas russender Flamme.

Das Pentan ist in Wasser vollständig unlöslich, löslich in Alcohol.

a. Isopentan.

$$C_5H_{12};\quad CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2-CH_3$$

Pseudoamylwasserstoff; Dimethyläthylmethan.

Durch Erhitzen von Amyljodid mit Zink und Wasser auf 140° C. zuerst von Frankland (1850) erhalten; findet sich wie das normale Pentan, in den flüchtigen Antheilen der Bogheadnaphta, Cannelnaphta, sowie gelöst im pennsylvanischen Steinöle und im Erdöle von Zarzkije Kolodzi — Seite 108 —; auch findet es sich nach Warren und Storer in den Producten der trockenen Destillation einer aus Menhadenöl — Alosa menhaden — dargestellten Kalkseife — (1. Th. p. 576) — und ist ein Bestandtheil des aus dem Holztheere dargestellten Eupion.

Isopentan ist eine farblose, durchsichtige, angenehm ätherisch riechende (dem Chloroform ähnlich), anästhesirend wirkende, leicht bewegliche Flüssigkeit von 0,6385 specifischem Gewichte bei 14,2° C.; siedet bei 30° C., wird bei — 24° C. noch nicht starr; ist in Wasser unlöslich; in Alcohol und Aether in jedem Verhältnisse mischbar und löst Fette. Sein Dampf brennt mit leuchtender weisser Flamme.

b. Tetramethylmethan.

C_5H_{12}; $\frac{CH_3}{CH_3}>C<\frac{CH_3}{CH_3}$; $C(CH_3)_4$

Zweiter isomerer Kohlenwasserstoff des Quintan.

Entsteht durch Einwirkung von Zinkmethyl auf tertiäres Butyljodid und stellt diese Verbindung eine farblose, leicht bewegliche Flüssigkeit dar, welche bei + 9,5° C. siedet und in einer Kältemischung bei — 20° zu (dem sublimirten Salmiac ähnlichen) Krystallen erstarrt.

6. Hexan.

C_6H_{14}; $C_6H_{13}H$; $CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_3$.

Sextan; Caproylwasserstoff; Hexylhydrür; Dipropyl; Aethylbutyl; Propyläthylmethan.

Dieses Paraffin ist zuerst von Williams in den Destillationsproducten der Bogheadkohle gefunden und für das freie Radical Propyl — Seite 205 — gehalten. Findet sich auch in der Cannelnaphta, im Rohpetroleum aus Nordamerika, von Pechelbronn im Elsass und Sehnde in Hannover, ist auch in den Destillationsproducten aus Menhadenöl-Kalkseife enthalten — Isopentan Seite 217 — und bildet den Hauptbestandtheil des Petroleumäther, Gasoline und Canadol — Seite 99 —. Entsteht bei vereinigter Wirkung von Hitze und Druck auf Reichenbach'sches Paraffin und wird syntetisch durch Einwirkung von Jodpropyl auf Zink dargestellt.

Es ist eine farblose, leicht bewegliche, angenehm riechende Flüssigkeit, specifisches Gewicht = 0,663 bei 17° C., welche bei 71,5° siedet, ist unlöslich in Wasser, löslich in Methyl-, Aethyl-, Amylalcohol etc. und ist selbst Lösungsmittel für Fette und Fettsäuren. Wie die vorhergehenden Paraffine leicht entzündlich und mit leuchtender Flamme brennend.

a. Isohexan.

C_6H_{14}; $\frac{CH_3}{CH_3}>CH—CH_2—CH_2—CH_3$.

Aethylisobutyl; Dimethylpropylmethan. Wurde von Würtz durch Einwirkung von Natrium auf ein Gemenge von Iso-

butylhydrür und Aethyljodür dargestellt; findet sich nach Warren im pennsylvanischen Steinöle und ist eine leicht bewegliche Flüssigkeit, welche bei 62° C. siedet, ein specifisches Gewicht = 0,7011 bei 0° C. hat.

b. Methyldiäthylmethan.

$$C_6H_{14};\quad CH_3-CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2-CH_3;$$

$$CH_3-\underset{\displaystyle C_2H_5}{\underset{|}{CH}}-C_2H_5;\quad CH_3(C_2H_5)_2CH.$$

Aethylisopropylmethan. Bildet sich bei Einwirkung von Natrium auf ein Gemisch von Methyljodid und Amyljodid; ist ein dünnflüssiges Liquidum von 0,7011 specifischem Gewichte bei 0° C. und siedet bei 60° C.

c. Trimethyläthylmethan.

$$C_6H_{14};\quad \begin{matrix}CH_3\\ CH_3\\ CH_3\end{matrix}\!\!>C-CH_2-CH_3;\qquad C(CH_3)_3-C_2H_5.$$

Ist eine bei 43—48° C. siedende Flüssigkeit, welche durch Einwirkung von tertiärem Butyljodid auf Zinkäthyl dargestellt wird.

d. Tetramethyläthan.

$$C_6H_{14};\quad \begin{matrix}CH_3\\ CH_3\end{matrix}\!\!>CH-CH<\!\!\begin{matrix}CH_3\\ CH_3\end{matrix};\quad (CH_3)_4C_2H_2.$$

Diisopropyl. Ist eine von Schorlemmer durch Einwirkung von secundärem Propyljodid dargestellte Flüssigkeit, welche ähnlich wie das normale Hexan riecht, bei 58° C. und bei 10° C. ein specifisches Gewicht = 0,6769 hat. Findet sich neben dem normalen Hexan im amerikanischen Steinöle.

7. Heptan.

$$C_7H_{16};\quad C_7H_{15}H;\quad CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$$

Septan; Heptylwasserstoff; Oenanthylwasserstoff.

Von Schorlemmer zuerst in der Cannelnaphta gefunden, findet sich in reichlicher Menge im pennsylvani-

schen Erdöl; ebenso im Steinöl von Zarzkije Kolodzi und Sehnde und ist auch in den Destillationsproducten des Ozokerit und der Menhadenkalkseife enthalten.

Interessant und merkwürdig ist das Vorkommen dieses Paraffins im Harze — Terpentine — einer an der Küste Californiens einheimischen Fichtenart **Pinus Sabiana** Douglas als **Nut Pine** oder **Digger Pine** bekannt, da die Samen von den Digger-Indianern als Nahrungsmittel benutzt werden. Aus dem durch Verwundung der Stämme ausfliessendem Terpentine hat Wenzel durch Destillation einen Kohlenwasserstoff abgeschieden, den er **Abieten** nannte und welcher sich nach Reinigung und den Untersuchungen von E. Torpe als reines Heptan erwiesen hat.

In Californien wird durch Destillation das Oel in grösserer Menge dargestellt, dient als Ersatz für Petroleumbenzin = **Benzolin** zum Entfetten, Auflösen von Harzen etc. und kommt von San Franzisco aus als **Theolin, Erasin** und **Aurantin** in den Handel, letztere Bezeichnung rührt namentlich davon her, dass der rohe, fast farblose, leicht bewegliche Kohlenwasserstoff stark orangeähnlich riecht; nach dem Reinigen mit Schwefelsäure verschwindet dieser Geruch.

Das Heptan hat bei 0° ein specifisches Gewicht = 0,70048, siedet bei 98,4° C. und erzeugt der Dampf beim Einathmen Gefühllosigkeit.

Ist in Wasser unlöslich, mit Alcohol, Aether, Schwefelkohlenstoff in jedem Verhältnisse mischbar. Die Darstellung entspricht den der vorhergehenden Normalparaffine.

a. Isoheptan.

$$C_7H_{16};\ {CH_3 \atop CH_3}\!>\!CH - CH_2 - C_2H - CH_2 - CH_2;$$

$$(CH_3)_2 - CH - C_4H_9.$$

Dimethylbutylmethan; Aethylamyl.

Isoheptan findet sich wie das Normalheptan im amerikanischen Steinöle, wird künstlich dargestelllt durch Einwirkung von Aethyljodid und Amyljodid auf Natrium; das specifische Gewicht beträgt bei 0° C. 0,6969; der Siedepunkt liegt bei 90,3° C.

b. Triäthylmethan.

C_7H_{16}; $\frac{CH_3-CH_2}{CH_3-CH_2}>CH-CH_2-CH_3$; $CH(C_2H_5)_3$.

Von Ladenburg durch Einwirkung von Zinkäthyl und Natrium auf Aethylorthoformiat erhalten. Das Triäthylmethan hat einen schwachen Petroleumgeruch, siedet bei 96° C. und hat bei 17° C. das specifische Gewicht = 0,689.

c. Diäthyldimethylmethan.

C_7H_{16}; $\frac{CH_3}{CH_3}>C<\frac{CH_2-CH_3}{CH_2-CH_3}$; $C(CH_3)_2(C_2H_5)_2$.

Findet sich im amerikanischen Steinöle und wird künstlich erhalten durch Einwirkung von Phosphorpentachlorid auf Aceton und Zinkäthyl neben anderen Producten. Es ist eine bei 86,5° C. siedende Flüssigkeit, welche bei 0° das specifische Gewicht = 0,7111 hat.

8. Octan.

C_8H_{18}; $C_8H_{17}.H$;

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$; $C_4H_9.C_4H_9$.

Octylhydrür; Octylwasserstoff; Caprylwasserstoff; Dibutyl.

Im amerikanischen Steinöle und dem Steinöle von Zarzkije Kolodzi, Pechelbronn und Sehnde enthalten, findet sich aber auch in den bei 110—130° C. übergehenden Theerdestillationsproducten der Cannelkohle von Wigan; der Bogheadkohle, des rheinischen Blätterschiefers und den Producten der Menhadenkalkseife. Ist Hauptbestandtheil des käuflichen Ligroin — Seite 99 —. Die Darstellung ist analog dem vorhergehenden Kohlenwasserstoffe, durch Einwirkung von normalem Butyljodid auf Natrium; lässt sich aber auch auf geeignete Weise aus Amylalcohol (Fuselöl), Sebacylsäure etc. darstellen.

Das Octan ist eine leicht bewegliche Flüssigkeit von schwach ätherischem Geruche, hat bei 0° C. ein specifisches Gewicht von 0,71883 und einen Siedepunkt von 125° C.; beim Octan aus der Boghead- und Cannelkohle dargestellt liegt derselbe bei 119° C.

a. Tetramethylbutan.

C_8H_{18}; $\frac{CH_3}{CH_3}>CH-CH_2-CH_2-CH<\frac{CH_3}{CH_3}$;
$CH(CH_3)_2-C_5H_{11}$.

Amylisopropyl; Diisobutyl. Wurde von Kolbe durch Electrolyse des baldriansauren Kalium erhalten und Valyl genannt; bildet sich bei der Einwirkung von Amyljodid und secundärem Propyljodid auf Natrium.

Dieses farblose leicht bewegliche Paraffin hat bei 0° ein specifisches Gewicht = 0,7611 und siedet bei 109—110° C.

9. Nonan.

C_9H_{20}; $C_9H_{19}H$;
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$.

Nonylwasserstoff; Nonylhydrür; Pelargylwasserstoff.

Diese Verbindung und die Isomeren sind noch sehr wenig bekannt. Das Nonan ist von Cahours und Pelouze im Steinöl gefunden und zwar neben Nonylen und dem folgendem isomeren Tetramethylpentan in den Producten, welche zwischen 135 und 150° C. übergehen. Ist von Torpe und Young aus den flüssigen Producten abgeschieden, welche sich bei Behandeln von festem gewöhnlichem Paraffin bei Druck und Hitze bilden.

Das normale Nonan ist eine bei 147—148° C. siedende Flüssigkeit, deren Geruch an Orangen erinnert und bei 13,5° C. ein specifisches Gewicht von 0,7279 hat.

Das amerikanische Brennpetroleum = Kerosen — Seite 99 — enthält die Kohlenwasserstoffe von C_9H_{20}—$C_{11}H_{30}$.

a. Tetramethylpentan.

C_9H_{20}; $(CH_3)_2\ C_5H_8\ (CH_3)_2$; $C_4H_9 . C_5H_{11}$.

Butylamyl. Von Würtz durch Einwirkung von Natrium auf ein Gemisch von Amyljodid und Isobutyljodid gewonnen. Die Flüssigkeit siedet bei 120° C. und hat ein specifisches Gewicht von 0,7247.

10. **Decan.**

$C_{10}H_{22}$; $C_{10}H_{21}.H$;

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$.

Decylwasserstoff; Decatylwasserstoff; Rutylwasserstoff; Diamyl.

In dem zwischen 163—170° C. siedenden Steinkohlentheeröl, im nordamerikanischen und Sehnder Erdöl enhalten, bildet sich wie Nonan — Seite 222 — aus dem gewöhnlichen Paraffin und beim Behandeln von Amyljodid mit Zink (Tetramethylhexan).

Das Decan ist eine farblose Flüssigkeit von schwach ätherischem, citroneähnlichem Geruche und beissendem Geschmacke; ist löslich in Alcohol, Aether etc., unlöslich in Wasser; wird bei — 30° C. dickflüssig, siedet bei 160° C. und hat bei 0° ein specifisches Gewicht = 0,7394.

11. **Hendecan.**

$C_{11}H_{24}$; $C_{11}H_{23}.H$; $CH_3 (CH_2)_9 CH_3$.

Undecan; Hendecatylwasserstoff; Undecylwasserstoff.

Kommt in paraffinhaltigen Oelen, wahrscheinlich neben Isomeren, und in dem Destillate des schwammigen Rückstandes vor, welcher bei der Darstellung von Oenanthol aus Ricinusöl zurückbleibt. Die Flüssigkeit hat ein specifisches Gewicht = 0,766 bei 60° C. und siedet bei 180—182° C.

12. **Dodecan.**

$C_{12}H_{26}$; $C_{12}H_{25}.H$; $CH_3 (CH_2)_{10} CH_3$.

Dodecatylwasserstoff; Laurylwasserstoff.

Im amerikanischen Steinöle; ist farblos, dünnflüssig, riecht schwach terpentinartig, specifisches Gewicht bei 20° C. = 0,778; siedet bei 200° C. und erstarrt krystallinisch unter — 12° C. Schmelzpunkt). Verbrennt mit russender, wenig leuchtender Flamme.

13. **Tridecan.**

$C_{13}H_{28}$; $C_{13}H_{27}.H$; $CH_3 (CH_2)_{11} CH_3$.

Tridecatylwasserstoff; Cocinylwasserstoff.

Ist noch nicht vollständig rein dargestellt, findet sich aber unter den Producten, welche sich aus Paraffin par excellence

beim Behandeln unter Druck und Hitze bilden. Specifisches Gewicht = 0,796, Siedepunkt 218—220° C. Bei — 10° C. erstarrend und bei — 6° C. schmelzend.

14. Tetradecan.

$C_{14}H_{30}$; $C_{14}H_{29}.H$; $CH_3(CH_2)_{12}CH_3$.

Tetradecatylwasserstoff; Myristylwasserstoff; Melissylwasserstoff; Myristylhydrür.

Von Pelouze und Cahours im amerikanischen Erdöle gefunden; es lässt sich aus Myristinsäure, Jodwasserstoffsäure und Phosphor darstellen; ist eine sehr leicht bewegliche, terpentinartig riechende, bei + 3° C. erstarrende, bei 236—240° C. siedende Flüssigkeit, welche bei + 15° C. ein specifisches Gewicht = 0,7645 hat.

15. Pentadecan.

$C_{16}H_{32}$; $C_{15}H_{31}.H$; $CH_3(CH_2)_{13}CH_3$.

Pentadecatylwasserstoff; Benylwasserstoff; Benylhydrür.

Im amerikanischen Steinöle von Pelouze gefunden, von Krafft aus Pentadecylsäure, Jodwassersäure und Phosphor dargestellt.

Der Benylwasserstoff erstarrt schon unter + 10° C. zu einer krystallinischen Masse, welche bei + 10° C. schmilzt; siedet bei 252,5° C. und hat bei + 15° C. ein specifisches Gewicht = 0,7689.

16. Hexadecan.

$C_{16}H_{34}$; $C_{16}H_{33}.H$; $CH_3(CH_2)_{14}CH_3$.

Hexadecatylwasserstoff; Palmitylwasserstoff; Dioctyl.

Findet sich in den weniger flüchtigen Antheilen des amerikanischen Petroleum, ist ein Bestandtheil des festen Kohlenwasserstoffes, des ätherischen Rosenöles — Rosenstearopten — und wird analog der obigen Kohlenwasserstoffe aus Palmitinsäure, Jodwasserstoffsäure und Phosphor dargestellt.

Palmitylwasserstoff stellt unter + 20° C. perlmutterglänzende Blättchen und Nadeln dar, welche bei + 21° C. schmelzen, die Flüssigkeit siedet dann bei 278,5° C. Das specifische Gewicht beträgt bei 18° C. = 0,7754, bei 25° C. = 0,7707.

28. $C_{17}H_{36}$—$C_{30}H_{62}$.

Die übrigen Grenzkohlenwasserstoffe von C_{17}—C_{30}, mit einem Siedepunkt erst über 300° C., werden durch Erhitzen unter Druck in geschlossenen Röhren aus dem gewöhnlichen Erdöl-, Braunkohlen-, Bogheadkohlen-, Cannelkohlen-, Ragoontheerparaffin dargestellt. Das Paraffin des Handels enthält gewöhnlich etwa 1 % Sauerstoff, der ihm durch Erhitzen mit Natrium im Rohr entzogen werden kann. Aber auch schon durch fractionirtes Krystallisiren der Paraffine aus Alcohol werden Krystallmassen erhalten, welche verschiedene Schmelzpunkte zwischen 45 und 65 haben; diese Paraffine haben meist die Zusammensetzung von $C_{22}H_{46}$; $C_{24}H_{50}$; $C_{27}H_{56}$.

Die Namen dieser Kohlenwasserstoffe nebst ihren Schmelz- und Siedepunkten sind — Seite 202 — angeführt.

Lekon. C n H? Im Ozokerit der Insel Tscheleken. Kryst. bei 79 schmelzend; spec. Gew. = 0,939.

In den vorhergehenden gesättigten Kohlenwasserstoffverbindungen ist, wie — Seite 203 — angegeben, jedes Wasserstoffatom durch ein Halogenatom zu ersetzen, und es verbleiben dann Kohlenwasserstoffreste oder Radicale, die die Stelle eines Elementes vertreten können. Während nun die Reste der Radicale mit ungraden Wasserstoffatomen im freien Zustande nicht existiren können — Seite 205 —, sind die Reste mit graden Wasserstoffatomen als **ungesättigte Kohlenwasserstoffe** bekannt und ist deren Nomenclatur auch bereits — Seite 204 — mitgetheilt.

Die Kohlenstoffatome dieser ungesättigten Kohlenwasserstoffe sind nicht wie bei den Grenzkohlenwasserstoffen in einfacher Bindung, sondern sie werden durch doppelte und dreifache Bindung zusammengehalten und zeigen die Eigenthümlichkeit, dass sie sich leicht wieder in Körper überführen lassen, in welchen die Kohlenstoffatome nur einfach mit einander verbunden sind.

Diese Ueberführung einer mehrfachen Bindung in eine einfache wird durch Aufnahme von Wasserstoff in *statu nascendi* oder durch Vereinigung mit Halogenen bewirkt und

vollzieht sich die Aufnahme dieser Elemente durch einfache **Addition**, z. B.:

$$C_2H_4 = \underbrace{\begin{array}{c} CH_2 \\ \| \\ CH_2 \end{array}}_{\substack{\text{Aethylen} \\ \text{Aethen}}} + \underbrace{2\,H}_{\text{Wasserstoff}} = \underbrace{\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ CH_3 \end{array}}_{\text{Aethan}}$$

$$C_2H_2 = \underbrace{\begin{array}{c} CH \\ \||| \\ CH \end{array}}_{\substack{\text{Acetylen} \\ \text{Aethin}}} + \underbrace{4\,Br}_{\text{Brom}} = \underbrace{\begin{array}{c} CH\,Br_2 \\ | \\ CH\,Br_2 \end{array}}_{\substack{\text{Tetrabromäthan} \\ \text{Aethinbromid}}}$$

Umgekehrt können die Verbindungen der gesättigten Kohlenwasserstoffe durch Austritt von Halogenatomen in Verbindungen mit **mehrfacher Bindung** der Kohlenstoffatome übergeführt werden, z. B.:

$$\underbrace{\begin{array}{c} CH_2Cl \\ | \\ CH_2Cl \end{array}}_{\text{Aethylenchlorid}} + \underbrace{2\,Na}_{\text{Natrium}} = \underbrace{2\,NaCl}_{\text{Chlornatrium}} + \underbrace{\begin{array}{c} CH_2 \\ \| \\ CH_2 \end{array}}_{\text{Aethylen}} = C_2H_4 \quad \text{Aethylen} = \text{Aethen}$$

$$\underbrace{\begin{array}{c} CH_2Cl \\ | \\ CH_2 \\ | \\ CH_2Cl \end{array}}_{\text{Propylenchlorid}} + \underbrace{Zn''}_{\text{Zink}} = ZnCl_2 + \underbrace{\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ CH \\ \| \\ CH_2 \end{array}}_{\text{Propylen}} = C_3H_6 \quad \text{Propylen} = \text{Propen.}$$

$$\underbrace{\begin{array}{c} CH\,Br_2 \\ | \\ CH\,Br_2 \end{array}}_{\text{Tetrabromäthan}} + 4\,Na = 4\,NaBr + \underbrace{\begin{array}{c} CH \\ \||| \\ CH \end{array}}_{\text{Acetylen}} = C_2H_2 \quad \text{Acetylen} = \text{Aethin}$$

$$\underbrace{\begin{array}{c} CH\,Br_2 \\ | \\ CH_2 \\ | \\ CH\,Br_2 \end{array}}_{\text{Tetrabrompropan}} + 4\,Na = 4\,NaBr + \underbrace{\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ C \\ \||| \\ CH \end{array}}_{\text{Allylen}} = C_3H_4 \quad \text{Allylen} = \text{Propin}$$

u. s. w.

Diese Reihen lassen sich in dem oben angedeuteten Sinne fortführen und es werden Kohlenwasserstoffe und isomere Ver-

bindungen von allgemeinen Formeln erhalten, deren bis jetzt bekannte Glieder hier nur kurz angeführt werden mögen, da die in den Rahmen des Werkes gehörenden weiter unten besprochen werden.

1. Kohlenwasserstoffe: CnH_2n.

Olefine; Olene; Alkylene.

$C\ H_2$ — Methylen ist nicht bekannt.
C_2H_4 — Aethylen — $H_2C{=}CH_2$. C_3H_6 — Propylen.
C_4H_8 — Butylene: Methylallyl, Diäthyliden (Pseudobutylen).
C_5H_{10} — Amylene: Aethylallyl (Aethylpropylen), Trimethyläthylen, Isoamylen, Methyläthyläthylen.
C_6H_{12} — Hexylene: α- und β-Hexylen, Isohexylen.
C_7H_{14} — Heptylene: Aethylamylen, Pseudoheptylen, Oenanthylen.
C_8H_{16} — Octylene: Caprylen, Diisobutylen. C_9H_{18} — Nonylen.
$C_{10}H_{20}$ — Decylene: Diamylen, Decylen. $C_{11}H_{22}$ — Undecylen.
$C_{12}H_{24}$ — Duodecylen, Tributylen. $C_{15}H_{30}$ — Triamylen.
$C_{16}H_{32}$ — Ceten. $C_{27}H_{54}$ — Ceroten.
$C_{20}H_{40}$ — Tetraamylen. $C_{30}H_{60}$ — Melen.

2. Kohlenwassserstoffe: CnH_2n-2.

Acetylene, Alkine.

C_2H_2 — Acetylen $HC{\equiv}CH$.
C_3H_4 — Allylen. C_4H_6 — Crotonylen.
C_5H_8 — Valerylen, Propylacetylen, Teren.
C_6H_{10} — Hexoylen, Diallyl, Propylallylen, Trimethylallylen.
C_7H_{12} — Oenanthylen, Tetramethylallylen.
C_8H_{14} — Capryliden. $C_{11}H_{20}$ — Nonylacetylen.
$C_{16}H_{30}$ — Cetenylen.

3. Kohlenwasserstoffe: CnH_2n-4.

Terpene, Camphene.

C_4H_2 — Tetrol, Diacetylen $HC{\equiv}CH{-}CH{\equiv}HC$.
C_5H_6 — Vallylen. C_6H_8 — Diallylen.
C_9H_{14} — Nonon. $C_{10}H_{16}$ — Terpin, Terpen.

4. Kohlenwasserstoffe: C_nH_{2n-6}.

Von diesen Kohlenwasserstoffen ist bis jetzt nur eine einzige Verbindung, das **Dipropargyl** C_6H_6

$$HC \equiv HC-CH=CH-C \equiv CH$$

— Siedepunkt 85° C. — bekannt, welches 8 freie Affinitäten besitzt und wie die vorhergehenden in eine gesättigte Verbindung übergeführt werden kann.

$$\underbrace{\begin{matrix} CH_2 . C \equiv CH \\ | \\ CH_2 . C \equiv CH \end{matrix}}_{\text{Dipropargyl}} + \underbrace{8\,Br}_{\text{Brom}} = \underbrace{\begin{matrix} CH_2 . CBr_2-CBr_2 \\ | \\ CH_2 . CBr_2-CBr_2 \end{matrix}}_{\text{Dipropargyloctobromid}}$$

Die einzelnen Kohlenstoffatome in diesen Gruppen sind in einem Kohlenstoffkerne — Seite 200 — derartig mit einander vereinigt, dass jedes derselben nur mit einem oder mit zwei anderen Kohlenstoffatomen in Verbindung steht, die Endkohlenstoffatome der Reihe aber nicht mit einander verbunden sind; die Kohlenstoffkerne bilden daher eine einfache, **offne Kette** oder eine **normale Kette**:

$$\underbrace{\begin{matrix} CH_3 \\ | \\ CH_3 \end{matrix}}_{\text{Aethan}} \qquad \underbrace{\begin{matrix} CH_3 \\ | \\ CH_2 \\ | \\ CH_3 \end{matrix}}_{\text{Propan}} \qquad \underbrace{\begin{matrix} CH_2 \\ \| \\ CH_2 \end{matrix}}_{\text{Aethylen}} \qquad \underbrace{\begin{matrix} CH_3 \\ | \\ CH \\ \| \\ CH_2 \end{matrix}}_{\text{Propylen}}$$

$$\underbrace{\begin{matrix} CH \\ ||| \\ CH \end{matrix}}_{\text{Acetylen}} \qquad \underbrace{\begin{matrix} CH_3 \\ | \\ C \\ ||| \\ CH \end{matrix}}_{\text{Allylen}} \qquad \underbrace{\begin{matrix} CH_3 \\ | \\ CH \\ \| \\ C \\ \| \\ CH_2 \end{matrix}}_{\text{Crotonylen}}$$

Die allgemeine Formel C_nH_{2n-6} kommt jedoch weiter einer Kohlenstoffgruppe — **Benzolgruppe** — zu, in der die Endkohlenstoffatome nicht frei, sondern noch unter einander verbunden sind, also keine freie Affinitäten besitzt, und sich

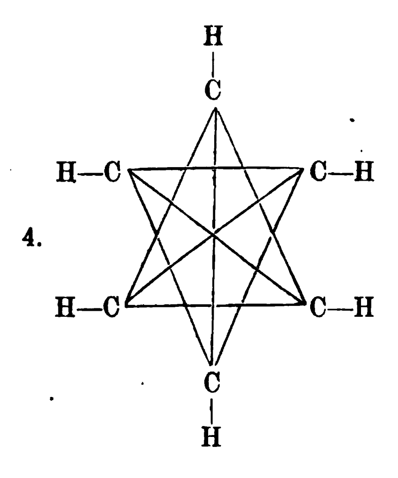
meistens wie eine gesättigte Verbindung verhält; denn das Benzol C_6H_6 nimmt nur sehr schwierig noch 6 Atome Halogene auf.

$$\underbrace{C_6H_6}_{\text{Benzol}} - 6\,Br = \underbrace{C_6H_6Br_6}_{\text{Hexabrombenzol}}$$

In diesem Falle ist man zu der Annahme gezwungen, dass in dieser Atomgruppe zur Bindung der einzelnen Kohlenstoffatome mehr als je eine Verwandtschaftseinheit verwendet wird. Es sind in diesem Kohlenwasserstoff **Benzol** C_6H_6 — isomer dem Dipropargyl C_6H_6, polymer dem Acetylen C_2H_2 — von den 24 Verwandtschaftseinheiten 18 zur gegenseitigen Bindung verbraucht und die übrigen 6 durch Wasserstoff gesättigt. Es ist dieses sehr gut zu versinnlichen, bei Annahme, dass im Benzol die 6 Kohlenstoffatome nicht gradlinig in einer Richtung oder strahlenförmig nach mehreren Richtungen an einander gelagert, sondern wie in nachstehenden graphischen Figuren ringförmig gruppirt sind, so dass jedes Kohlenstoffatom mit dem folgenden und das letzte wieder mit dem ersten, wie in einer **geschlossenen Kette in einem Ringe** an einander gelagert und so mit einander verbunden sind, dass die Kohlenstoffatome, nach der Theorie von Professor Kekulé in Bonn (1. 2. 3.) abwechselnd durch je eine oder je zwei ihrer Affinitäten gebunden werden. Nach der Theorie von Ladenburg (4.) ist jedes Kohlenstoffatom durch drei einfache Bindungen mit drei anderen Atomen verbunden und deutet dieser dies durch einen sechseckigen Stern an.

Constitutionsformeln für Benzol.

```
        H
        |
        C                2.  HC=CH
       / \\                  /     \
   H—C     C—H              HC       CH
1.   ||    |                 \\     //
   H—C     C—H                HC — CH
       \  //
        C                    HC=CH—CH
        |                3.  |       ||
        H                    HC=CH—CH
```

4. 

Es giebt eine grosse Gruppe von Körpern, deren Molecüle den Kohlenstoffkern des Benzols enthalten und die sich vom Benzol C_6H_6 dadurch ableiten lassen, dass der Wasserstoff desselben durch andere Elemente oder Radicale ersetzt wird.

Seit etwa zwei Jahrzehnten werden nun die Verbindungen in zwei grosse Klassen getheilt und zwar in:

1. **Methanderivate** oder **Fettkörper.**
2. **Benzolderivate** oder **Aromatische Körper.**

Die letzteren, welche anfangs aus aromatisch riechenden Harzen gewonnen wurden und daher ihren Namen erhalten hatten, zeichnen sich vor den Fettkörpern, zu denen die charakteristischen Fette, Fettsäuren und verwandte Verbindungen gehören, nicht allein durch ihren grösseren relativen Kohlenstoffgehalt aus, sondern sie unterscheiden sich auch wesentlich von den Fettkörpern durch ihr chemisches Verhalten.

Der einfachste Kohlenwasserstoff der Fettkörper ist also das Sumpfgas CH_4, der der aromatischen Körper das Benzol C_6H_6.

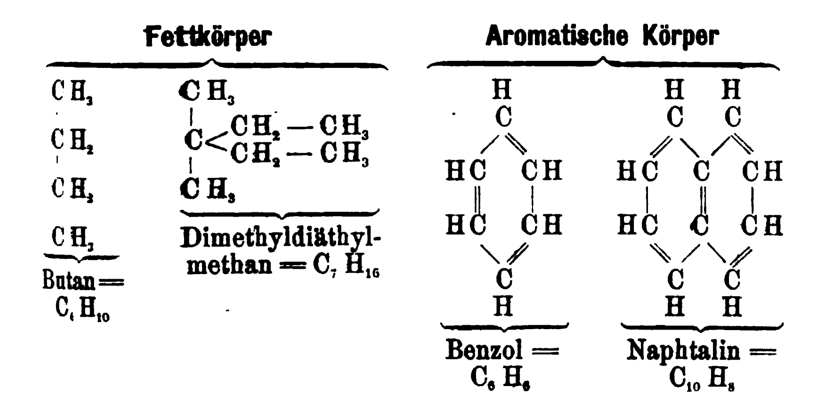
Neben den Fettkörpern und aromatischen Körpern existiren jedoch noch Verbindungen, welche beiden Körperklassen angehören und demgemäss entsprechende Zersetzungserscheinungen zeigen; so dass diese Eintheilung auf die Dauer wohl nicht genügen und man eine weitere Abtheilung, z. B. der **Toluolderivate** oder **fett-aromatische Körpern** etc. machen wird.

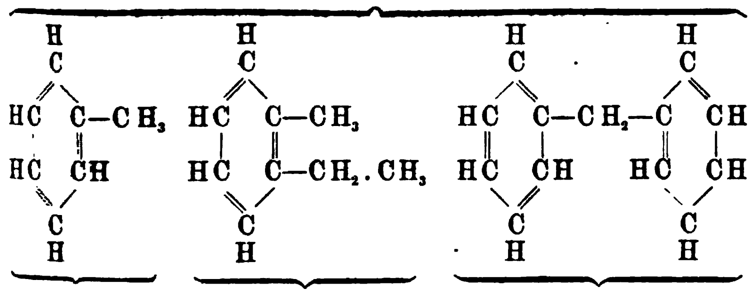
Von den fett-aromatischen Körpern muss als der einfachste das 7 Atome Kohlenstoff enthaltende **Toluol** $C_7H_8 = C_6H_5 . CH_3$ betrachtet werden, welches sich im Bakuerdöle und im Zarzkije Kolodzi, hannoverschem, galizischem Erdöle etc., den Destillationsproducten der Fossilien findet und

gewöhnlich als ein Homologes des Benzols bezeichnet wird, wie überhaupt die fett-aromatischen Körper als Homologe der eigentlichen aromatischen Substanzen aufgefasst werden.

Während als Fettkörper diejenigen Substanzen betrachtet werden, welche beliebig viele Kohlenstoffatome zu fortlaufenden oder verzweigten Ketten verbunden enthalten, und in den aromatischen Körpern ein Kohlenstoffring angenommen wird, enthalten die fett-aromatischen Verbindungen sowohl den Benzolkern als auch die für die Fettkörper charakteristischen Kohlenstoffketten, welche in diesem Falle, wie bei den Isomeren der Fettkörper, als **Seitenketten** bezeichnet werden.

Zur Erläuterung dienen folgende Beispiele:





Bei den Verbindungen mit *offener Kohlenstoffkette* der Fettkörper überwiegt die Zahl der Wasserstoffatome die der Kohlenstoffatome, diese Verbindungen erscheinen daher als *wasserstoffreiche*, bei den aromatischen Verbindungen tritt der Wasserstoffgehalt gegen den Gehalt an Kohlenstoff derartig zurück, dass dieselben als *kohlenstoffreiche* und relativ *wasserstoffarme Körper* sich zeigen, z. B:

C_6H_{14} Hexan	C_6H_6 Benzol
C_7H_{16} Heptan	C_7H_8 Toluol
$C_{10}H_{22}$ Decan	$C_{10}H_8$ Naphtalin

Durch einfache Reactionen ist es möglich, die Uebergänge aus der einen grossen Gruppe in die andere zu vermitteln, es sind also aus einfachen Verbindungen der Fettreihe aromatische Verbindungen und aus aromatischen Verbindungen die der Fettreihe darzustellen; so entstehen eine ganze Anzahl aromatischer Kohlenwasserstoffe neben einander, hauptsächlich — *Benzol*, *Styrol* und *Naphtalin* — wenn *Acetylen*, *Aethylen* oder die Dämpfe von *Alcohol*, *Essigsäure* und andern Verbindungen der Fettreihe durch rothglühende Röhren geleitet werden. Die einfachsten Bildungen von ihnen sind die Condensationen des *Acetylen* zu *Benzol*, *Styrol* und *Naphtalin* oder des *Allylen* zu *Mesitylen*, welche in den folgenden Gleichungen ihren Ausdruck finden:

```
1. C2H2  HC≡CH                  HC═CH
                               /     \
      HC       CH     =     HC        CH
        \\\   ///             \\     //
         HC  CH                HC—CH
    3 Mol. Acetylen = C6H6    Benzol = C6H6

2. C3H4  CH3                    CH3
          \                       \
          C≡CH                    C═CH
                                 /    \
    HC       C—CH3      =      HC      C—CH3
      \\\   ///                  \\    //
        C  C                      C—CH
       /                         /
     CH3                       CH3
  3 Mol. Allylen = C9H12     Mesitylen = C9H12
                             Trimethylbenzol
```

3. $\underbrace{4\,C_2H_2}_{\text{4 Mol. Acetylen}} = \underbrace{C_8H_8}_{\text{Styrol}}$ 4. $\underbrace{5\,C_2H_2}_{\text{5 Mol. Acetylen}} = H_2 + \underbrace{C_{10}H_8}_{\text{Naphtalin}}$

5. $\underbrace{6\,C_2H_2}_{\text{6 Mol. Acetylen}} = C + \underbrace{CH_4}_{\text{Methan}} + \underbrace{C_{10}H_8}_{\text{Naphtalin}}$

Gleiche Resultate werden erzielt, wenn an der Synthese Acetylen und Allylen theilnehmen.

$$2\,C_2H_2 + C_3H_4 = C_7H_8 \text{ Toluol}$$
$$C_2H_2 + 2\,C_3H_4 = C_8H_{10} \text{ Xylole (drei)}$$

Diese bei hoher Temperatur stattfindenden Reactionen sind freilich complicirterer Art und lassen sich in ihrem Verlaufe nicht übersehen. Noch einfacher gestaltet sich dagegen ein Condensationsprocess, welcher durch die wasserentziehende Einwirkung concentrirter Schwefelsäure auf Aceton herbeigeführt wird, dabei entsteht, wie oben, der aromatische Kohlenwasserstoff Mesitylen:

$$3\,C_3H_6O - 3\,H_2O = C_9H_{12}$$

$$\underbrace{3\,CH_3.CO.CH_3}_{\text{3 Mol. Aceton}} = 3\,H_2O + \underbrace{C_6H_3\left\{\begin{matrix}CH_3\\CH_3\\CH_3\end{matrix}\right.}_{\text{Mesitylen}}$$

Trotzdem die aromatischen Kohlenwasserstoffe eine grössere Beständigkeit gegen Hitze zeigen als die Kohlenwasserstoffe der Fettkörper und in der Hitze sehr beständig sind, so gelingt es doch, dieselben beim Durchleiten durch glühende Röhren in Kohlenwasserstoffe der Fettkörper umzuwandeln und findet nach G. Schultz beim Benzol wieder die Rückbildung von Acetylen statt:

$$\text{Benzol } C_6H_6 = 3\,C_2H_2 \text{ Acetylen.}$$

Dieselbe Zersetzung des Benzols erfolgt beim Durchschlagen elektrischer Funken durch Benzoldampf.

Durch geeignete Oxydationsmittel, wie Chromsäure, werden aus manchen aromatischen Substanzen Oxydationsproducte erhalten, welche der Fettreihe angehören und zwar unter voller Spaltung des Benzolringes, gewöhnlich Ameisensäure, Kohlensäure, Essigsäure etc.

Auch durch starke Reductionsmittel, z. B. Jodwasserstoffsäure, werden complicirte Kohlenwasserstoffe der aromatischen Reihe in Producte der Sumpfgasreihe mit gespalten, z. B.:

$$\underbrace{C_{10}H_8}_{\text{Naphtalin}} + \underbrace{10\,HJ}_{\text{Jodwasserstoff}} = \underbrace{10\,J}_{\text{Jod}} + \underbrace{C_6H_6}_{\text{Benzol}} + \underbrace{2\,C_2H_6}_{\text{Aethan}}$$

Die aromatischen Kohlenwasserstoffe beginnen mit der Reihe C_nH_{2n-6}, von welcher hauptsächlich folgende Gruppen bekannt sind:

1. Kohlenwasserstoffe C_nH_{2n-6}.

C_6H_6 — Benzol. C_7H_8 — Toluol, Methylbenzol.
C_8H_{10} — Xylol, Dimethylbenzol, Aethylbenzol.
C_9H_{12} — Cumol, Pseudocumol, Trimethylbenzol, Aethyltoluol, Aethylmethylbenzol, Propyl und Isopropylbenzol, Mesitylen.
$C_{10}H_{14}$ — Cymol, Tetramethylbenzol, Aethylmethylbenzol, Diäthylbenzol, Methyläthylbenzol, Methylpropylbenzol, Butylbenzol, Durol.
$C_{11}H_{16}$ — Amylbenzol, Pentamethylbenzol, Dimethylpropylbenzol, Methyldiäthylbenzol.
$C_{12}H_{18}$ — Hexylbenzol, Hexamethylbenzol, Triäthylbenzol, Propylisopropylbenzol, Amyltoluol.
$C_{13}H_{20}$ — Methyldipropylbenzol. $C_{15}H_{24}$ — Tripropylbenzol.

2. Kohlenwasserstoffe C_nH_{2n-8}.

C_8H_8 — Styrol, Cinnamen, Vinylbenzol, Phenyläthylen.
C_9H_{10} — Allylbenzol, Phenylpropylen.
$C_{10}H_{12}$ — Phenylbutylen.
$C_{11}H_{14}$ — Toluolbutylen, Vinylpropylbenzol.
$C_{12}H_{16}$ — Allylisopropylbenzol.

3. Kohlenwasserstoffe C_nH_{2n-10}.

C_8H_6 — Phenylacetylen, Acetenylbenzol.
$C_{10}H_{10}$ — Butenylbenzol. $C_{13}H_{16}$ — Crotonylpropylbenzol.

4. Kohlenwasserstoffe C_nH_{2n-12}.

$C_{10}H_8$ — Naphtalin.
$C_{11}H_{10}$ — Methylnaphtalin. $C_{12}H_{12}$ — Aethylnaphtalin.

5. Kohlenwasserstoffe $C_n H_{2n} - 14$.

$C_{12}H_{10}$ — Diphenyl, Acenaphten, Aethylnaphtalin.
$C_{13}H_{12}$ — Phenyltolyl, Methyldiphenyl, Diphenylmethan.
$C_{14}H_{14}$ — Ditolyl, Dibenzyl, Diphenyläthan, Benzyltoluol.
$C_{15}H_{16}$ — Ditolylmethan, Dibenzylmethan, Aethylbenzylbenzol, Phenyltolylmethan.
$C_{16}H_{18}$ — Ditolyläthan, Phenylxylyläthan, Diphenyldimethyläthan, Dibenzylmethylmethan.
$C_{19}H_{24}$ — Dimesitylmethan.

6. Kohlenwasserstoffe $C_n H_{2n} - 16$.

$C_{12}H_{8}$ — Acenaphtylen.
$C_{13}H_{10}$ — Fluoren, Diphenylenmethan.
$C_{14}H_{12}$ — Stilben, Toluylen, Diphenyläthylen.
$C_{16}H_{16}$ — Dimethylstilben, Ditolyläthylen.
$C_{18}H_{20}$ — Diäthylstilben, Tetramethylstilben.
$C_{20}H_{24}$ — Hexamethylstilben.

7. Kohlenwasserstoffe $C_n H_{2n} - 18$.

$C_{14}H_{10}$ — Tolan (Diphenylacetylen), Anthracen, Phenanthren.
$C_{15}H_{12}$ — Methylanthracen.
$C_{16}H_{14}$ — Dimethyltolan, Dimethylanthracen.
$C_{18}H_{18}$ — Reten.

8. Kohlenwasserstoffe $C_n H_{2n} - 20$.

$C_{16}H_{12}$ — Phenylnaphtalin.
$C_{17}H_{14}$ — Phenylnaphtylmethan, Benzylnaphtalin.

9. Kohlenwasserstoffe $C_n H_{2n} - 22$.

$C_{16}H_{10}$ — Pyren. $C_{18}H_{14}$ — Diphenylbenzol.
$C_{19}H_{16}$ — Triphenylmethan, Diphenylphenylmethan.
$C_{20}H_{18}$ — Dibenzylbenzol, Diphenyltolylmethan.

10. Kohlenwasserstoffe $C_n H_{2n} - 24$.

$C_{18}H_{12}$ — Chrysen.

11. Kohlenwasserstoffe $C_nH_{2n} - 26$.

$C_{20}H_{14}$ — Dinaphtyl. $C_{21}H_{16}$ — Dinaphtylmethan.

12. Kohlenwasserstoffe $C_nH_{2n} - 28$.

$C_{22}H_{16}$ — Dinaphtyläthylen.

13. Kohlenwasserstoffe $C_nH_{2n} - 30$.

$C_{24}H_{18}$ — Triphenylbenzol.
$C_{25}H_{20}$ — Diphenylphenylenmethan, Tetraphenylmethan, Triphenylmethanbenzol.
$C_{26}H_{22}$ — Tetraphenyläthan.

14. Kohlenwasserstoffe $C_nH_{2n} - 32$.

$C_{26}H_{20}$ — Tetraphenyläthylen.

Nach diesem allgemeinen Ueberblicke ist es daher nur noch nothwendig, die am meisten interessirenden Kohlenwasserstoffe nach den einzelnen Gruppen, ähnlich wie bei den Paraffinen, zu beschreiben.

B. Eigenschaften und Beschreibung der ungesättigten Kohlenwasserstoffe. Kohlenwasserstoffe der allgemeinen Formel C_nH_{2n}. *Aethylenreihe. Aethene. Olene. Olefine. Alkylene.*

Das Anfangsglied dieser Reihe CH_2 — Methylen ist nicht bekannt, statt dessen tritt bei den entsprechenden Reactionen Aethylen C_2H_4 auf.

Die sämmtlichen Glieder dieser Reihe haben eine procentische Zusammensetzung von C : 85,71 %; H : 14,29 %; wie bei den Paraffinen sind die untersten Glieder bei gewöhnlicher Temperatur gasförmig, die folgenden von C_5H_{10} — $C_{16}H_{32}$ flüchtige Flüssigkeiten, deren Siedepunkt mit der Zunahme von CH_2 steigt, die kohlenstoffreichsten Glieder dieser Reihe sind bei gewöhnlicher Temperatur starr und krystallinisch, schmelzen beim Erhitzen und sind bei höherer Temperatur zum Theil unzersetzt flüchtig.

Namen	Formel	Siedepunkt	Spec. Gew.
Aethylen	C_2H_4	Gas	0,978
Propylen	C_3H_6	—18° C.	—
Butylen	C_4H_8	+ 3° „	—
Amylen	C_5H_{10}	39° „	0,663
Hexylen (Caproylen)	C_6H_{12}	69° „	0,699
Heptylen (Oenanthylen) . . .	C_7H_{14}	98° „	0,703
Octylen (Caprylen)	C_8H_{16}	124° „	0,722
Nonylen (Pelargylen)	C_9H_{18}	140° „	—
Decatylen (Diamylen)	$C_{10}H_{20}$	160° „	0,771
Endecatylen	$C_{11}H_{22}$	195° „	0,782
Dodecatylen (Dihexylen) . . .	$C_{12}H_{24}$	216° „	—
Tridecatylen	$C_{13}H_{26}$	235° „	0,791
Pentadecatylen (Triamylen) . .	$C_{15}H_{30}$	245° „	0,813
Ceten (Cetylen)	$C_{16}H_{32}$	274° „	0,789
Octadecatylen	$C_{18}H_{36}$	279° „	0,791
Tetramylen	$C_{20}H_{40}$	300° „	0,871
Ceroten (Cerylen)	$C_{27}H_{54}$	—	—
Melen (Melissylen)	$C_{30}H_{60}$	375° „	—

Charakteristisch ist das Verhalten der Olefine gegen Halogene, besonders gegen Chlor und Brom, mit welchen sie sich selbst im Dunkeln unter Wärmeentwicklung zu Dichloriden und Dibromiden verbinden, wodurch die doppelte Bindung der Kohlenstoffatome leicht in die einfache Bindung wieder übergeht. Da die Halogenadditionsproducte der Alkylene nicht mit Wasser mischbar sind, sich letzterem gegenüber also wie ein Oel verhalten, so wurde das Aethylen C_2H_2 als ölbildendes Gas bezeichnet und im Anschluss hieran die ganze Reihe Olefine genannt. Sie vereinigen sich auch direct mit Brom und Jodwasserstoffsäure aber nicht mit Chlorwasserstoffsäure, z. B. Aethylen und Jodwasserstoff bilden Aethyljodid.

$$\underbrace{C_2H_4}_{\text{Aethylen}} + \underbrace{HJ}_{\text{Jodwasserstoff}} = \underbrace{C_2H_5J}_{\text{Aethyljodid}}$$

Die Olefine, welche mehr als zwei Atome Kohlenstoff enthalten, können secundäre und tertiäre Haloidverbindungen

bilden; auf geeignete Weise lassen sie sich auch mit Wasser zu tertiären Alcoholen vereinigen und beim Zusammenbringen mit unterchloriger Säure entstehen Körper, welche Chlorhydrate oder Chlorhydrine genannt werden; endlich vereinigen sich auch die Olefine mit Untersalpetersäure = Stickstofftetroxyd. Mit der Schwefelsäure sind sie gleichfalls verbindungsfähig.

Die Alkylene entstehen aus den Alcoholen der Sumpfgasreihe durch wasserentziehende Mittel, wie Schwefelsäure, Phosphorsäure, Chlorzink und aus den Haloidderivaten der Kohlenwasserstoffe C_nH_{2n+2} beim Behandeln mit Natrium oder Zink — Seite 226 —. Bei der Zersetzung complicirter organischer Verbindungen in der Hitze z. B. entsteht eine ganze Reihe Alkylene, so beim Erhitzen von Paraffin über den Siedepunkt desselben.

Die Olefine finden sich in den Destillationsproducten der Fossilien, der Fette, Harze, Kautschuk und namentlich in den Bakuerdölen.

1. Aethylen.

C_2H_4; $H_2C{=}CH_2$.

Oelbildendes Gas; Elayl; Aethen; Aetherin; Vine; Vinylhydrür; Dimethylen; Carbyl. Ist zuerst 1669 von Becher — Seite 7 — bei der Einwirkung von Schwefelsäure auf Weingeist beobachtet, aber eigentlich erst 1796 von den vier holländischen Chemikern Deimann, van Troostwyk, Bondt und Lauwerenburgh auf gleiche Weise wie von Becher entdeckt worden und bezeichnet es, wegen der öligen Verbindung mit Chlor, öliges Gas (*Gas huilleux*), welche Bezeichnung Fourcroy in ölbildendes Gas (*Gas oléfiant*) umänderte. Nach diesen beschäftigten sich W. Henry, Saussure, Farraday, H. Davy, Marchand etc. mit seinen Eigenschaften und seiner Zusammensetzung, wurde zum Unterschiede von Sumpfgas, als leichter Kohlenwasserstoff, schwerer Kohlenwasserstoff, von Berzelius „Elayl“ genannt. Die Untersuchung der beiden nun bekannten Kohlenwasserstoffe führten Dalton zur Atomtheorie.

Das Aethylen ist in den Baku- und galizischen Oelen enthalten und bildet einen wesentlichen Bestandtheil aller Leucht-

gase (6—10 %), im reinen Zustande wird es am besten aus Alcohol mit 3—4 Raumtheilen concentrirter Schwefelsäure unter Erhitzen im Sandbade dargestellt. Um das lästige Schäumen zu vermeiden, wird der Mischung so viel gewaschener Sand zugesetzt, dass das Ganze einen dicken Brei bildet. Zur Reinigung des sich entwickelnden Gases, welches Kohlensäure, schweflige Säure etc. enthält, ist es nothwendig, dieses durch Natronlauge zu leiten.

Bei der Einwirkung von Schwefelsäure auf Alcohol bildet sich zunächst Aethylschwefelsäure, welche dann beim Erhitzen in Aethylen und Schwefelsäure zerfällt.

a) $\underbrace{C_2H_5.OH}_{\text{Aethylalcohol}} + \underbrace{H_2So_4}_{\text{Schwefelsäure}} = \underbrace{H_2O}_{\text{Wasser}} + \underbrace{C_2H_5.HSO_4}_{\text{Aethylschwefelsäure}}$

b) $C_2H_5.HSO_4 = H_2SO_4 + C_2H_4$

Es ist ein farbloses, eigenartig ätherisch riechendes Gas, dass durch Druck von ½ Atmosphäre bei 0° C. in eine farblose sehr leicht bewegliche Flüssigkeit verwandelt wird.

Das Aethen brennt mit hellleuchtender Flamme, indem es beim Anzünden in Grubengas und Kohle (ebenso beim Durchleiten durch ein glühendes Rohr) zerfällt. Die in der Flamme ausgeschiedenen und herumschwingenden weissglühenden Kohlentheilchen bedingen das Leuchten der Flamme. Von der Menge des Aethylens und den vorhandenen Benzol- und Naphtalindämpfen hängt die Leuchtkraft des Steinkohlengases ab. Das specifische Gewicht beträgt 14 (H = 1) oder 0,9784 (Luft = 1). In Wasser ist es wenig (1/6 Vol.) löslich, leichter in Alcohol (2½ Vol.) und in reichlicher Menge in Aether.

Durch anhaltende Einwirkung des elektrischen Funkens wird das Aethylen unter Verdoppelung seines Volumens in Wasserstoff und Kohlenstoff zerlegt. Von concentrirter Schwefelsäure wird das Elayl bei gewöhnlicher Temperatur langsam, aber vollständig, schneller in gelinder Wärme unter Bildung von Aethylschwefelsäure absorbirt. Rauchende Schwefelsäure absorbirt es unter Bildung von Aethionsäure. Mit 3 Volumen Sauerstoff oder 10 Volumen Luft gemengt, verbrennt es mit heftiger Explosion zu Kohlensäure und Wasser.

2. Propylen.

C_3H_6; $CH_3-CH=CH_2$.

Tritylen; Methyläthylen. Das Propylen ist von Reynolds im Jahre 1849 unter den Gasen entdeckt, welche entstehen, wenn Amylalcoholdampf durch glühende Röhren geleitet wird; syntetisch lässt es sich darstellen durch Hindurchleiten eines Gemisches von Sumpfgas mit Kohlenoxydgas durch ein glühendes Rohr.

$$2\,CH_4 + CO = H_2O + C_3H_6$$

Es ist ein fast regelmässiges Product der trocknen Destillation fettsaurer Salze und nicht unbedeutend im Holzleuchtgase, aber auch im Steinkohlengase enthalten; bildet sich bei der trocknen Destillation von Zucker mit Natronkalk und beim Glühen von oxalsaurem Kalk und essigsaurem Kalium.

Das reine Propylengas ist farblos, riecht eigenthümlich, gewissermassen phosphorartig, lauchartig, dem Aethylen ähnlich, schmeckt süsslich und erstickend. Bei — 40° C. unter gewöhnlichem Drucke wird es noch nicht flüssig, wohl aber bei gewöhnlicher Temperatur und einem Drucke von 30 Atmosphären. Siedepunkt — 18° C.

Isomer: **Trimethylen** $CH_2-CH_2-CH_2$.

3. Butylen.

C_4H_8; $CH_3-CH_2-CH=CH_2$.

Tetrylen; Aethyläthylen; Vinyläthyl; *α.* **Butylen; Butyren; Buten.** Schon von Farraday 1825 im Leuchtgas aus Fetten und Oelen nachgewiesen und **Quadricarbür** genannt, im Steinkohlengase, galizischen Erdöle und den Producten der trocknen Destillation von Krümelzucker mit Natronkalk und der Menhadenkalkseife enthalten, bildet sich beim Erhitzen von Monobromäthylen mit Zinkäthyl:

$$\underbrace{Zn(C_2H_5)_2}_{\text{Zinkäthyl}} + \underbrace{2\,C_2H_3Br}_{\text{Monobromäthylen}} = ZnBr_2 + \underbrace{2\,C_2H_3-C_2H_5}_{\text{Butylen}}$$

Das Gas hat einen knoblauchartigen Geruch, lässt sich in der Kälte leicht zu einer farblosen Flüssigkeit verdichten, welche bei — 3° C. siedet.

Isomer: β. **Butylen** $CH_3-CH=CH-CH_3$

γ. **Butylen** $\frac{CH_3}{CH_3}>C=CH_2$

4. **Amylen.**

C_5H_{10}; $CH_3-CH_2-CH_2-CH=CH_2$.

Pentylen; Valeren; Myle; Propyläthylen. Findet sich mit isomeren Kohlenwasserstoffen namentlich in den Theerölen der Bogheadkohle und Ragoontheeres und ist nach Schorlemmer im canadischen und pennsylvanischen Erdöle enthalten, findet sich ferner im Bakuöle, Elsasser Oele und den Destillationsproducten der Fischthrankalkseife.

Bildet sich neben den Isomeren: Isoamylen, Metamylen, Paramylen aus Gährungsamylalcohol — Fuselöl — mit Zinkchlorid als wasserentziehende Substanz und scheint dieses, wie aus der Bildung so vieler Isomeren hervorgeht, ähnlich wie beim Butylen, moleculare Umsetzungen hervorzurufen.

Das Isoamylen $\frac{CH_3}{CH_3}>CH-CH=CH_2$ hat vorübergehend eine beschränkte organische Anwendung an Stelle des Chloroform als Anaesteticum gefunden.

Das normale Amylen ist eine farblose, leicht bewegliche, eigenartig ätherisch riechende Flüssigkeit, mit einem etwas stechenden und zusammenziehenden Geschmacke, siedet bei 39—40° C. und hat bei 10° ein specifisches Gewicht = 0,6549. In Wasser unlöslich, leicht löslich in Alcohol, Aether etc.

Schon beim Aufbewahren, ebenso beim Schütteln mit mässig concentrirter Schwefelsäure polymerisirt das Amylen mit Leichtigkeit. Gegen Agentien verhält sich das Amylen wie beim allgemeinen Charakter der Olefine — Seite 236 — und beim Aethylen — Seite 239 — angegeben.

5. **Hexylen.**

C_6H_{12}; $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH=CH_2$.

Caproylen; Butyläthylen. Das Vorkommen des Normalhexylen neben dem isomeren Methylpropyläthylen

$CH_3-CH_2-CH_2-CH=CH-CH_3$ ist fast das gleiche des Amylen und ist nur noch in dem Harzöle zu erwähnen.

Hexylen wird am leichtesten aus normalem Hexylchlorid und alcoholischem Kalium dargestellt und ist eine farblose, schwach lauchartig riechende, leicht bewegliche Flüssigkeit, welche bei 68—70° C. siedet und bei 0° C. ein specifisches Gewicht von 0,6996 hat; ist unlöslich in Wasser, löslich in Alcohol und Aether etc.

Die im Bakuöle, überhaupt im kaukasischen Oele, sowie auch im amerikanischen Petroleum vorkommenden Kohlenwasserstoffe von der Formel C_nH_{2n} und zwar: C_6H_{12}; C_7H_{14}; C_8H_{16} — Seite 101 und 103 — sind nach Beilstein und Kurbatow nicht identisch mit den Olefinen, sondern Wasserstoffadditionsproducte der aromatischen Kohlenwasserstoffe, nämlich:

		Spec. Gew. bei 0° C.	Siedepunkt
Hexahydrobenzol . . .	C_6H_{12}	0,760	69° C.
Hexahydrotoluol . . .	C_7H_{14}	0,772	97° „
Hexahydroisoxylol . . .	C_8H_{16}	0,777	118° „

Von Schützenberger und Jonine, da diese Kohlenwasserstoffe sich inactiv gegen Brom, Schwefelsäure, Salpetersäure verhalten, ist vorgeschlagen worden, den Namen **Paraffène** und von Markownikoff ihrer eigenthümlichen Eigenschaften wegen **Naphtène** zu geben.

6. Heptylen.

C_7H_{14}; $CH_3-(CH_2)_4-CH=CH_2$.

Oenanthylen. Wie das vorige in den Producten der bituminösen Schiefer, der Harze, im galizischen Oele und im Steinöle von Amiano enthalten und findet sich unter den Zersetzungsproducten, welches Reichenbach'sches Paraffin unter Druck und Hitze erleidet.

Das Heptylen ist eine farblose, sehr leicht bewegliche Flüssigkeit von eigenthümlichem, knoblauchartigem Geruche, siedet bei 98° C. und hat bei 18° C. ein specifisches Gewicht = 0,718. Sein chemisches Verhalten stimmt mit dem der vorhergehenden Olefine überein.

7. Octylen.

C_8H_{16}; $CH_3-(CH_2)_5-CH=CH_2$.

Caprylen; Methylpentyläthylen. Findet sich in den Producten des überhitzten Paraffin, der Destillation der Fischthrankalkseife, der Harzessenz und unter den Kohlenwasserstoffen, welche sich bilden beim Auflösen von Gusseisen in Salzsäure, wird dargestellt aus Octylalcohol, sowie Ricinusöl mit wasserfreiem Zinkchlorid; ist eine ziemlich stark riechende, farblose Flüssigkeit, welche bei 125° C. siedet und bei 17° C. ein specifisches Gewicht = 0,723 hat.

8. C_9H_{18} — $C_{30}H_{60}$.

Diese Kohlenwasserstoffe — Seite 237 — und ihre der Theorie nach möglichen Isomeren sind noch wenig bekannt, sie finden sich im Baku-, Burmah- und hannoverschen Steinöle, sowie in Destillationsproducten der Boghead- und Cannelkohle. Zu erwähnen sind nur noch die Olefine: **Ceten** $C_{16}H_{32}$, flüssig, erstarrt in der Kälte, schmilzt bei + 4° C., specifisches Gewicht = 0,7893, welches sich bei der Destillation des Walrates, sowie **Ceroten** $C_{27}H_{54}$, paraffinartige Masse, Schmelzpunkt 57—58° C., welches sich bei der Destillation des chinesischen Wachses und **Melen** $C_{30}H_{60}$, Krystalle, Schmelzpunkt 62° C., welches sich bei der Destillation des Bienenwachses bildet.

Kohlenstoffreichere Verbindungen der Aethylenreihe kommen wahrscheinlich noch in dem Paraffin aus Ozokerit vor.

C. *Kohlenwasserstoffe der allgemeinen Formel* C_nH_{2n-2}. *Acetylene. Aethine. Alkine.*

Nach dem Anfangsgliede dieser Reihe Acetylene benannt, unterscheiden sich von der Sumpfgasreihe durch einen Mindergehalt von 4, von der Olefinreihe von 2 Wasserstoffatomen, die leicht durch Addition mit Brom, Wasserstoff *in statu nascendi* etc. zu ersetzen sind; und zwar nehmen sie zuerst 1 Molecül derselben auf und gehen in Olefinabkömmlinge, später unter nochmaliger Aufnahme eines Molecüls in Methanverbindungen über — S. 226 —.

Die Kohlenwasserstoffe dieser Reihe enthalten entweder 2 durch dreifache Bindung zusammengehaltene Kohlenstoffatome oder zweimal 2 Kohlenstoffatome, welche durch je eine doppelte Bindung mit einander vereinigt sind, es sind daher nicht alle Aethine eigentlich homolog.

$$1.\ CH_3-C\equiv CH$$

$$2.\ CH_2=C=CH_2$$

Es entstehen dadurch zwei Reihen von Kohlenwasserstoffen C_nH_{2n-2}, die sich durch ihr Verhalten gegen ammoniacalische Lösungen von Kupferchlorür und Silberoxyd unterscheiden. Nur die Kohlenwasserstoffe mit dreifacher Bindung bewirken in jenen Lösungen explosive Niederschläge von

$$C_nH_{2n-3}Ag \text{ oder } (C_nH_{2n-3})_2Cu_2.$$

Mineralsäuren scheiden aus diesen Verbindungen wieder die Kohlenwasserstoffe ab:

$$C_nH_{2n-3}Ag + HCl = AgCl + C_nH_{2n-2}.$$

Die Kohlenwasserstoffe, welche die Kohlenstoffatome in zweifacher Bindung enthalten, erzeugen in den wässrigen und sogar sauren Lösungen von Quecksilbersublimat, Quecksilbersulphat oder -acetat nicht explosive Niederschläge, aus welchen Säuren Additionsproducte von Wasser an die Kohlenwasserstoffe abscheiden und zwar gehen diese Verbindungen in Ketone über.

Die Acetylene finden sich in den Erdölen nicht, sind aber in den Producten der trocknen Destillation der Fossilien und verschiedener organischer Substanzen enthalten und spielen durch Polymerisation eine grosse Rolle bei Entstehung der aromatischen Kohlenwasserstoffe — Seite 233 —.

Eine allgemeine Bildungsweise dieser Kohlenwasserstoffe besteht darin, dass die Haloidverbindungen der zweiwerthigen Alcoholradicale mit alcoholischem Kali erhitzt werden, wobei zwei Reactionen auf einander folgen:

$$\underbrace{\begin{matrix} CH_2Br \\ | \\ CH_2Br \end{matrix}}_{\text{Aethylbromid}} + \underbrace{KHO}_{\text{Kali}} = \underbrace{KBr}_{\text{Bromkalium}} + \underbrace{\begin{matrix} CH_2 \\ \| \\ CHBr \end{matrix}}_{\text{Bromäthylen}}$$

$$\begin{matrix} CH_2 \\ | \\ CHB \end{matrix} + KHO = KBr + H_2O + \left.\begin{matrix} CH \\ ||| \\ CH \end{matrix}\right\} \text{Acetylen}$$

In concentrirter Salpetersäure lösen sich die Acetylene, welche meist ölige Flüssigkeiten, leichter als Wasser sind, auf und geben nach der Verdünnung mit Wasser ölige Nitrokörper.

1. Acetylen.

C_2H_2; $CH \equiv CH$.

Aethin; Doppelkohlenwasserstoff; Klumegas. Von E. Davy im Jahre 1836, jedoch erst 1860 von Berthelot näher untersucht. Das Acetylen ist ein Bestandtheil des Leuchtgases, bildet sich bei der unvollständigen Verbrennung vieler organischer Körper, z. B. bei russenden Flammen, tritt auch bei der Fäulniss auf und ist der einzige Kohlenwasserstoff, welcher durch directe Vereinigung seiner Elemente dargestellt werden kann, mittelst eines Flammenbogens zwischen zwei Kohlenspitzen in einer Wasserstoffatmosphäre, erzeugt durch eine kräftige galvanische Batterie. Ferner entsteht dieses Gas durch Einwirkung von Hitze auf Aethylen und Sumpfgas, auf Alcohol und Aether, wenn die Dämpfe durch glühende Röhren geleitet werden.

Das Acetylen ist ein farbloses, eigenthümlich und unangenehm riechendes Gas, welches sich bei 0° C. und einem Drucke von 21,5 Atmosphären zu einer leicht beweglichen und stark lichtbrechenden Flüssigkeit verdichtet und bei dieser Temperatur ein specifisches Gewicht = 0,451 hat. Es löst sich bei 18° C. in dem gleichen Raumtheile Wasser und 6 Raumtheilen absoluten Alcoholes oder Eisessigs. Brennt mit leuchtender stark russender Flamme.

Mit Kupfer und Silber geht es Verbindungen ein, die beim Erhitzen sehr heftig explodiren, ebenso bildet es mit Kalium und Natrium Acetylenkalium, resp. Natrium, C_2HK und C_2K_2, resp. C_2HNa und C_2Na_2, welche durch Wasser mit Heftigkeit in Aetzalkali und Acetylen zerlegt werden.

Acetylen ist giftig, wenn auch in geringerem Grade als

Kohlenoxydgas, es verbindet sich mit dem Hämoglobin des Blutes wie dieses und färbt es blassroth.

Die höheren Glieder der Acetylenreihe sind noch wenig untersucht und haben kaum ein praktisches Interesse nur dass sie im Leuchtgase vorkommen.

2. **Allylen** C_3H_4. $CH_3{-}C{\equiv}CH$ = Methylacetylen, ein unangenehm riechendes Gas, dem Acetylen ähnlich.
3. **Crotonylen** C_4H_6. $CH_3{-}C{\equiv}C{-}CH_3$, Dimethylacetylen, eine farblose, stark riechende Flüssigkeit, welche bei + 18° C. siedet.
4. **Valerylen** C_5H_8. $CH_3{-}C{\equiv}C{-}C_2H_5$, Methyläthylacetylen. Durchdringend knoblauchartig riechende Flüssigkeit, Siedepunkt 41—42° C.
5. **Diallyl** C_6H_{10}. $CH_2{=}CH{-}CH_2{-}CH_2{-}CH{=}CH_2$, Hexin, eine leicht bewegliche, durchdringend ätherisch-rettigartig riechende Flüssigkeit. Siedepunkt 59° C.
6. **Oenanthyliden** $C_5H_{11}{-}C{\equiv}CH$, lauchartig riechend. Siedepunkt 106° C.

D. *Kohlenwasserstoffe der allgemeinen Formel* C_nH_{2n-4}. *Terpene. Camphene.*

Dieser Reihe — Seite 227 — gehören eine grössere Anzahl isomerer Verbindungen an, welche einen Hauptbestandtheil vieler ätherischer Oele bilden und gewöhnlich die Formel $C_{10}H_{16}$ oder die eines Multiplum desselben besitzen. Die einzigen Kohlenwasserstoffe dieser Reihe, welche Interesse erregen, sind:

Hexon C_6H_8 eine bei 85,5° C. siedende Flüssigkeit, von Dumas im Steinöle von Amiano;

Nonon C_9H_{14} von Tawildarow im Theeröle aufgefunden, letzteres findet sich in der nach dem Cumol übergehenden Portion zwischen 175 bis 190° C.; beim Fractioniren geht das meiste bei 174° C. über. Die Reindarstellung ist noch nicht vollkommen.

E. Eigenschaften und Beschreibung der „Aromatischen Kohlenwasserstoffe".

Die Kohlenwasserstoffe dieser Reihe, welche die grosse Klasse der aromatischen Verbindungen eröffnet, sind ganz charakteristisch für den Steinkohlentheer, sie finden sich auch, aber nur untergeordnet, in einigen Erdölen und im Theere von Braunkohlen, bituminösen Schiefern, Holz etc.

Wie in der Fettreihe, so können auch für die aromatischen Verbindungen die Kohlenwasserstoffe als Ausgangspunkt der Betrachtung gewählt werden.

Von ihnen kommt man zu den übrigen Körpern, indem man den Wasserstoff ganz oder theilweise durch Atome oder Atomgruppen anderer Elemente ersetzt. Wie aber die Kohlenwasserstoffe der Fettreihen von dem Methan durch ein Plus von CH_2 oder durch Eintreten von Alcoholradicalen — Seite 205 — an Stelle von Wasserstoffatomen gebildet werden,

CH_4 Methan =
$+ CH_2 = C_2H_6$ Aethan = $CH_3{-}CH_3$ Methylmethan
$+ CH_2 = C_3H_8$ Propan = $CH_2{-}(CH_3)_2$ Dimethylmethan = $C_2H_5{-}CH_3$ Aethylmethan
$+ CH_2 = C_4H_{10}$ Butan = $CH{-}(CH_3)_3$ Trimethylmethan = $C_2H_5{-}C_2H_5$ Diäthyl
$+ CH_2 = C_5H_{12}$ Pentan = $C(CH_3)_4$ Tetramethylmethan = $C_2H_5{-}C_3H_7$ Aethylpropyl
$+ CH_2 = C_6H_{14}$ Hexan

so können auch die aromatischen Kohlenwasserstoffe als Additions- und Substitutionsproducte betrachtet werden:

C_6H_6 Benzol
$+ CH_2 = C_7H_8$ Toluol = $C_6H_5{-}CH_3$ Methylbenzol
$+ CH_2 = C_8H_{10}$ Xylol = $C_6H_4{-}(CH_3)_2$ Dimethylbenzol
$+ CH_2 = C_9H_{12}$ Mesitylen = $C_6H_3{-}(CH_3)_3$ Trimethylbenzol
$+ CH_2 = C_{10}H_{14}$ Durol = $C_6H_2{-}(CH_3)_4$ Tetramethylbenzol
$+ CH_2 = C_{11}H_{16}$ Pentamethylbenzol = $C_6H(CH_3)_5$
$+ CH_2 = C_{12}H_{18}$ Hexamethylbenzol = $C_6H(CH_3)_6$

Ein höheres Glied als das Hexamethylbenzol kann nicht existiren.

Wenn auch diese Homologie streng genommen nicht zu vergleichen ist mit der wahren Homologie, wie sie zwischen den normalen Kohlenwasserstoffen der Fettreihe stattfindet, bei welchen jedes neu eintretende Kohlenstoffatom an das vorhergehende gekettet ist, so kommt indessen auch die wahre Homologie bei den aromatischen Kohlenwasserstoffen vor und wird ihr Wesen ohne weitläufige Erklärung aus den folgenden Formeln hervorgehen:

$$C_6H_6 : \text{Benzol}$$

$$C_6H_5{-}CH_3 = C_7H_8 : \text{Methylbenz.}$$

$$C_6H_5{-}CH_2{-}CH_3 = C_6H_5{-}C_2H_5 = C_8H_{10} : \text{Aethylbenz.}$$

$$C_6H_5{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3 = C_6H_5{-}C_3H_7 = C_9H_{10} : \text{Propylbenz.}$$

$$C_6H_5{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3 = C_6H_5{-}C_4H_9 = C_{10}H_{14} : \text{Butylbenz.}$$

Wie in der Fettkörperreihe an Stelle von zwei Methylgruppen eine Aethylgruppe: C_2H_5; an Stelle von 3 Methylgruppen eine Propylgruppe: C_3H_7 oder eine Methyl- und eine Aethylgruppe treten kann etc., ebenso lassen sich auch diese Gruppen in die aromatischen Kohlenwasserstoffe einführen und es entstehen isomere Verbindungen:

$$CH_3{-}CH_3 \text{ (Aethan)} + (CH_2)_2$$

$$\underbrace{CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3}_{\text{Aethyläthan = Normalbutan}} \text{ isomer mit } \underbrace{CH_3{-}CH{<}^{CH_3}_{CH_3}}_{\text{Trimethylmethan = Isobutan}}$$

$$C_6H_6 \text{ (Benzol)} + (CH_2)_2$$

$$\underbrace{C_6H_5{-}CH_2{-}CH_3}_{\text{Aethylbenzol}} \text{ isomer mit } \underbrace{C_6H_4{<}^{CH_3}_{CH_3}}_{\text{Dimethylbenzol = Xylol}}$$

Den vorhergehenden Aufstellungen liegt die Annahme zu Grunde, dass die fett-aromatischen Kohlenwasserstoffe durch Eintritt von Fettkörperresten in die aromatischen Verbindungen entstanden sind; es lassen sich aber auch umgekehrt dieselben als Fettkörper auffassen, in denen Wasserstoffatome durch aromatische Gruppen ersetzt sind und es lassen sich dann homologe Reihen aufstellen, deren Glieder sich durch eine Zusammensetzungsdifferenz von C_6H_4 oder $C_{10}H_6$ unterscheiden:

CH_4 Grubengas
$+ C_6H_4 = C_7H_8 = CH_3 - C_6H_5$ ..... Toluol
$+ C_6H_4 = C_{13}H_{12} = CH_2 - (C_6H_5)_2$ .... Diphenylmethan
$+ C_6H_4 = C_{19}H_{16} = CH - (C_6H_5)_3$ .... Triphenylmethan
$+ C_6H_4 = C_{25}H_{20} = C - (C_6H_5)_4$ ...... Tetraphenylmethan

CH_4 Grubengas
$+ C_{10}H_6 = C_{11}H_{10} = CH_3 - C_{10}H_7$ ..... Methylnaphtalin
$+ C_{10}H_6 = C_{21}H_{16} = CH_2 - (C_{10}H_7)_2$ .... Dinaphtylmethan
$+ C_{10}H_6 = C_{31}H_{22} = CH - (C_{10}H_7)_3$ .... Trinaphtylmethan
$+ C_{10}H_6 = C_{41}H_{28} = C - (C_{10}H_7)_4$ ..... Tetranaphtylmethan

Homologe Reihen (**aromatische Homologie**) lassen sich noch von andern aromatischen Kohlenwasserstoffen, die sich unter einander analog verhalten, durch die Zusammensetzungsdifferenz von C_6H_4 und C_4H_2 aufstellen:

C_6H_6 Benzol
$+ C_6H_4 = C_{12}H_{10}$ Diphenyl
$+ C_6H_4 = C_{18}H_{14}$ Diphenylbenzol
$+ C_6H_4 = C_{24}H_{18}$ Triphenylbenzol

C_6H_6 Benzol
$+ C_4H_2 = C_{10}H_8$ Naphtalin
$+ C_4H_2 = C_{14}H_{10}$ Phenanthren und Anthracen
$+ C_4H_2 = C_{18}H_{12}$ Chrysen
$+ C_4H_2 = C_{22}H_{14}$ Picen.

Die Glieder dieser homologen Reihen lassen sich gewissermassen als Gruppentypen auffassen und sollen den weiteren Betrachtungen an Stelle der — Seite 234 — angeführten und weitläufigen Reihenfolge zu Grunde gelegt werden.

---

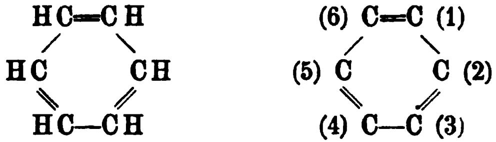
1. *Kohlenwasserstoffe mit einem Benzolkern.*

I. **Kohlenwasserstoffe der Benzolgruppe** C_nH_{2n-6}.

Werden in dem Benzol ein oder mehrere Wasserstoffatome durch einwerthige Kohlenwasserstoffreste der Sumpfgasreihe (Alcoholradicale, Alkyle) ersetzt, so ent-

stehen, wie oben angedeutet, Homologe des Benzols; welche bezüglich ihrer Eigenschaften eine grosse Aehnlichkeit mit letzterem zeigen, sich in gewisser Beziehung jedoch den Ethanen anreihen.

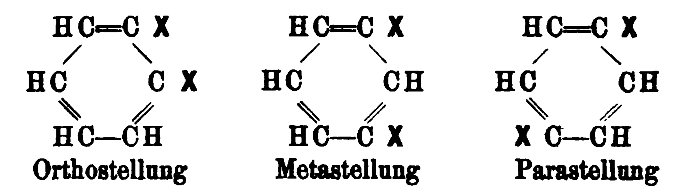
Von diesen Homologen des Benzols existiren zahlreiche Isomere, die Ursache hiervon ist einestheils zu suchen in einer Isomerie der substituirenden Alcoholradicale, z. B. $C_6H_4{-}(CH_3)_2$ und $C_6H_5{-}C_2H_5$, anderntheils bei den Di- und Trialkylbenzolen in der relativen Stellung der Substituenten am Benzolkerne. Es können hierbei folgende 3 Fälle eintreten und mögen daher zur Veranschaulichung die 6 Kohlenstoffatome des Benzols von irgend einer Substitutionsstelle ausgehend mit 1—6 und der Substituent des Wasserstoffs mit **X** bezeichnet werden.



a) Die Substitution findet an benachbarten Kohlenstoffatomen statt (1, 2) oder (1, 6), die hierdurch entstandenen Verbindungen werden als solche der **Orthoreihe** bezeichnet.

b) Zwischen den Substitutionsorten liegt noch eine CH-Gruppe (1, 3) oder (1, 5), die entstandenen Verbindungen gehören zur **Metareihe**.

c) Zwischen den Substitutionsorten liegen noch zwei CH-Gruppen (1, 4), es sind die Verbindungen der **Parareihe**.



Orthostellung Metastellung Parastellung

Zur künstlichen Darstellung der Homologen des Benzols dienen die Mono-, Di-, Tribrombenzolen, welche mit Bromderivaten der Paraffine und Natrium behandelt werden, zum Beispiel:

$$\underbrace{C_6H_5Br}_{\text{Brombenzol}} + \underbrace{CH_3Br}_{\text{Brommethyl}} + 2\,Na = 2\,NaBr + \underbrace{C_6H_5-CH_3}_{\text{Methylbenzol}}$$

$$\underbrace{C_6H_5Br}_{\text{Brombenzol}} + \underbrace{C_2H_5J}_{\text{Jodäthyl}} + 2\,Na = NaBr\ NaJ + \underbrace{C_6H_5-C_2H_5}_{\text{Aethylbenzol}}$$

$$\underbrace{C_6H_4Br_2}_{\text{Dibrombenzol}} + \underbrace{2\,C_2H_5Br}_{\text{Bromäthyl}} + 4\,Na = 4\,NaBr + \underbrace{C_6H_4(C_2H_5)_2}_{\text{Diäthylbenzol}}$$

$$\underbrace{C_6H_4\left\}\begin{matrix}CH_3\\Br\end{matrix}\right.}_{\text{Brommethylbenzol}} + \underbrace{CH_3Br}_{\text{Brommethyl}} + 2\,Na = 2\,NaBr + \underbrace{C_6H_4\left\}\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\right.}_{\text{Dimethylbenzol}}$$

Die Kohlenwasserstoffe der Benzolreihe bilden mit Ausnahme weniger fester Körper farblose, leicht bewegliche, neutrale, unzersetzt flüchtige Flüssigkeiten, von meist eigenartigem aromatischem Geruche; sie sind in Wasser unlöslich, löslich dagegen in absolutem Alcohol und Aether etc.

Der einfachste aromatische Kohlenwasserstoff besitzt den niedrigsten Siedepunkt, durch den Eintritt von Kohlenwasserstoffradicalen in dasselbe steigt der Siedepunkt der so gebildeten neuen Verbindung und beträgt bei der Methylgruppe CH_3 circa 25—35° C., hingegen nimmt das specifische Gewicht mit dem Eintritt von Methylgruppen ab, wie aus der Tabelle auf Seite 252 ersichtlich.

1. Benzol.

C_6H_6; $C_6H_5 . H$.

Doppelt-Kohlenwasserstoff (Aeq. $C_{12}H_6$); **Benzine**; **Phenylwasserstoff**; **Benzon**; **Fune**; **Phène**. 1825 von Faraday als Bicarburet of Hydrogen im portativen Oelleuchtgase entdeckt, welches unter grossem Drucke in eiserne Cylinder gepresst, in London 1824—1829 im Gebrauch war; später wurde es von Mitscherlich (1833) aus der Benzoësäure und noch später in den Destillationsproducten der Steinkohlen aufgefunden. Der eigentliche Ruhm, das Benzol (1845) im Steinkohlentheeröle entdeckt und durch Ueberführen in Nitrobenzol und Anilin bestimmt zu haben, gebührt A. W. Hofmann; erst 1849 führte Charles Mansfield nach dem Hofmannschen englischen Patente No. 11960 die fabrikmässige Darstellung im Grossen aus.

Kohlenwasserstoffe der Benzolreihe.

	Empirische Formel	Rationelle Formel	Name	Siedepunkt	Bei Grad Cels.	Spec. Gew.
	C_6H_6	C_6H_6	Benzol	81 °C.	20 0	0,877 0,882
	C_7H_8	$C_6H_5 . CH_3$	Toluol	111 „	15 0	0,872 0,88[illegible]
Xylole	C_8H_{10}	$C_6H_4(CH_3)_2$	Orthoxylol	141 „	20	0,861
	„	„	Metaxylol	137 „	0	0,877
	„	„	Paraxylol	137 „		
	„	$C_6H_5 . C_2H_5$	Aethylbenzol	134 „	—	0,86[illegible]
Cumole	C_9H_{12}	$C_6H_3(CH_3)_3$	Pseudocumol	166 „	—	—
	„	„	Mesitylen	163 „	—	—
	„	$C_6H_4(CH_3)C_2H_5$	Metaäthyltoluol	159 „	21	0,86[illegible]
	„	„	Paraäthyltoluol	162 „	20	0,86[illegible]
	„	$C_6H_5 . C_3H_7$	Cumol	151 „	—	—
Cymole	$C_{10}H_{14}$	$C_6H_2(CH_3)_4$	Durol	191 „	—	—
	„	„	Isodurol	197 „	—	—
	„	$C_6H_3(CH_3)_2(C_2H_5)$	Aethylxylol	185 „	—	—
	„	$C_6H_4(C_2H_5)_2$	Diäthylbenzol	179 „	—	—
	„	$C_6H_4(CH_3)(C_3H_7)$	Cymol	175 „	0	0,87[illegible]
	„	$C_6H_5 . C_4H_9$	Normalbutylbenzol	180 „	16	0,86[illegible]
	„	„	Isobutylbenzol	167 „	15	0,89[illegible]
	„	„	Methyläthylbenzylen	172 „	16	0,87[illegible]
	$C_{11}H_{16}$	$C_6H(CH_3)_5$	Pentamethylbenzol	225 „	—	—
	„	$C_6H_5 . C_5H_{11}$	Amylbenzol	193 „	—	—
	„	„	Diäthylbenzylen	180 „	—	—
	$C_{12}H_{18}$	$C_6(CH_3)_6$	Hexamethylbenzol	264 „	—	—
	„	$C_6H_4(CH_3)(C_5H_{11})$	Methylamylbenzol	213 „	—	—
	„	$C_6H_4(C_3H_7)_2$	Dipropylbenzol	222 „	—	—

Ueber das Vorkommen des Benzols in Erdölen, die Entstehung des Benzols bei der trocknen Destillation der Steinkohlen und der Synthese des Benzols ist bereits in den vorhergehenden Abschnitten — Seite 153 und 229 — berichtet und sei nur noch erwähnt, dass aus ein- und mehrbasischen aro-

matischen Säuren durch Abspaltung von Kohlensäure mittels gebrannten Kalkes reines Benzol sich bildet, so aus der:

1 bas. Benzoësäure $C_6H_5(COOH) = C_7H_6O_2 - CO_2 = C_6H_6$
2 „ Phtalsäure $C_6H_4(COOH)_2 = C_8H_6O_4 - 2CO_2 = C_6H_6$
3 „ Trimesinsäure $C_6H_3(COOH)_3 = C_9H_6O_6 - 3CO_2 = C_6H_6$
6 „ Melithsäure $C_6 (COOH)_6 = C_{12}H_6O_{12} - 6CO_2 = C_6H_6$

Hauptsächlich wird es im Grossen aus dem leichten Steinkohlentheeröl abgeschieden. Zu diesem Zwecke wird das Leichtöl — Seite 149 — der Destillation unterworfen und das bis 180° C. übergehende Destillat für sich aufgefangen. Durch abermaliges Rectificiren wird das Destillat in zwei Producte zerlegt, wovon das eine das sogenannte „**Fleckwasser**“ zwischen 80—130° C., das andere das „**Benzin des Handels**“ bei 130—180° C. übergeht. Letzteres besteht im Wesentlichen aus einem Gemenge von Benzol und Toluol und können die beiden Kohlenwasserstoffe durch Abkühlung getrennt werden, das Benzol erstarrt unter 0° C., während Toluol noch nicht bei — 20° C. Da Benzol gern in grossen Krystallen anschiesst, so ist die Bildung solcher durch Schütteln etc. zu verhindern (gestörte Krystallisation). Die Krystalle werden dann abgepresst oder centrifugirt. Das Benzin des Handels enthält noch Xylole und höher siedende Kohlenwasserstoffe, sowie auch Schwefelkohlenstoff und Cyanmethyl.

Das Benzol ist bei gewöhnlicher Temperatur eine farblose, leicht bewegliche, lichtbrechende Flüssigkeit, erstarrt in der Kälte zu grossen rhombischen Pyramiden, welche bei + 4,5° C. schmelzen. Das specifische Gewicht ist bei 15° C. = 0,8841; der Siedepunkt liegt bei 760 mm Druck bei 80,5° C.; es ist leicht entzündlich und brennt mit stark russender Flamme.

Das Benzol ist in Wasser nur ganz wenig löslich, mit Alcohol, Aether, Holzgeist, Aceton, Eisessig ist es in jedem Verhältnisse mischbar; anderntheils ist es selbst ein ausgezeichnetes Lösungsmittel für Harze, Fette und Oele, Asphalt, Phosphor, Schwefel, Jod etc.

Das Benzol dient im Verein mit dem Toluol als Ausgangs-

material zur Darstellung der Anilinfarbstoffe und anderer aromatischer Verbindungen. Ueber die Zersetzungen des Benzols in glühenden Röhren — Seite 233 —, die Additionsproducte — Seite 242 —. Mit Kalium und Natrium vereinigt sich das Benzol unter Eliminirung von Wasserstoff zu Natrium resp. Kaliumbenzol, schwarze explosive Körper.

Salpetersäure und Schwefelsäure bilden mit Leichtigkeit Derivate, in denen die Gruppen (NO_2), (SO_2OH) und ($SO_2{=}$) Wasserstoffatome ersetzen.

Das Benzol erleidet eine sehr grosse Anzahl von Veränderungen, welche nicht nur ein theoretisches Interesse haben, sondern es finden sich auch darunter Producte, die im gewöhnlichen Leben vielfache Anwendung haben. Das Benzol ist unter allen chemischen Körpern derjenige, welcher sich der grössten Nachkommenschaft zu rühmen hat.

2. Toluol.

C_7H_8; $C_6H_5{-}CH_3$.

Methylbenzol; Benzylhydrür; Toluène; Retinaphta; Dracyl; Benzoïn. Von Deville 1849 in den Destillationsproducten des Tolubalsam gefunden, von demselben Benzoïn, von Berzelius Toluol genannt; ist aber auch schon vorher von Pelletier und Walter (1838) in den Condensationsproducten des Pinusharzleuchtgases als Retinaphta entdeckt; der Name Dracyl hat eine gleiche Entstehung und rührt von Drachenblut, „Sanguis Draconis" her, in diesem Falle im Gemenge mit viel Styrol. Das Toluol findet sich auch in den trocknen Destillationsproducten des Menhadenthranes und im Ragoon- und im Zarzkije Kolodzisteinöle etc.

In analoger Weise kann es wie das Benzol aus der Toluylsäure mit Aetzkalk oder Aetzbaryt erhalten werden.

$$\text{Toluylsäure} = C_6H_4\begin{cases}CH_3\\COOH\end{cases} - CO_2 = \underbrace{C_6H_5{-}CH_3}_{\text{Toluol}}$$

Synthetisch wird es durch Einwirkung von Natrium auf ein Gemisch von Brombenzol mit Jodmethyl gewonnen — Seite 251 —, im Grossen aus dem Steinkohlentheere dar-

gestellt und zwar durch fractionirte Destillation des bei 100 bis 130° C. übergehenden Antheiles.

Im Zustande absoluter chemischer Reinheit ist es nur sehr schwer und auf umständlichem Wege, wie oben angegeben, herzustellen, weil ihm die Krystallisationsfähigkeit des Benzols abgeht.

Das Toluol ist eine farblose, leicht bewegliche und stark lichtbrechende Flüssigkeit von eigenthümlichem, dem Benzin ähnlichen Geruche, siedet bei 110° C. und hat bei 15° C. ein specifisches Gewicht = 0,8720; in Wasser ist es fast unlöslich, theilt aber demselben seinen Geruch mit. Die übrigen physicalischen Eigenschaften wie Benzol.

Durch glühende Röhren geleitet giebt es Benzol, Naphtalin, Anthracen, Phenanthren und wahrscheinlich Ditolyl.

Nach den Beobachtungen M. Berthelot's besitzt das Toluol dieselbe Eigenschaft wie das Terpentinöl den Sauerstoff activ zu machen, da beim Schütteln einer schwach gefärbten, etwas lauwarmen Indigolösung mit Toluol in Gegenwart von Luft Entfärbung eintritt.

Das Toluol wird nicht von Kalium oder Natrium angegriffen.

3. Xylole.

C_8H_{10}; a) $C_6H_4(CH_3)_2$; b) $C_6H_5 . C_2H_5$.

a) **Dimethylbenzole; Methyltoluène; Ortho-, Meta-, Paraxylol.**
b) **Aethylbenzol.**

Das Xylol wurde 1850 von Cahours im Holzgeist, von Völkel (1883) im Buchenholztheeröl, von Ritthausen 1854 im Steinkohlentheeröl gefunden, es ist das Xylol aber kein einheitlicher Körper, wie die Untersuchungen Fittig's ergeben haben, sondern ein Gemisch von 3 isomeren Kohlenwasserstoffen, die sich bei der trocknen Destillation der Steinkohlen in sehr ungleicher Menge bilden.

Orthoxylol: $C_6H_4\begin{cases}(1)\ CH_3\\(2)\ CH_3\end{cases}$ circa 10 % = o-Xylol

Methaxylol: $C_6H_4\begin{cases}(1)\ CH_3\\(3)\ CH_3\end{cases}$ circa 70 % = m-Xylol

Paraxylol: $C_6H_4\begin{cases}(1)\ CH_3\\(4)\ CH_3\end{cases}$ circa 20 % = p-Xylol

Das Mengenverhältniss ist auch bei der trocknen Destillation organischer Substanzen, wie gewisser Harze oder des Camphers, kein constantes, nur soviel ist erwiesen, dass die Metaverbindung das Hauptproduct bildet.

Nach G. Schultz bilden sich die 3 Xylole beim Durchleiten von Terpentinöl durch ein glühendes Rohr; sie können auch dargestellt werden durch Einwirkung von Natrium auf Bromtoluol und Jodmethyl; oder Aluminiumchlorid auf ein Gemenge von Toluol und Chlormethyl und ferner der Dimethylbenzolsäuren mit Kalk.

In grösserer Menge werden die Xylole, welche in Wasser unlöslich, in Aether, Alcohol löslich sind, aus dem Steinkohlentheeröle und zwar dem zwischen 130—145° C. übergehenden Antheile dargestellt.

Orthoxylol = Orthodimethylbenzol ist eine farblose Flüssigkeit, deren angenehmer aromatischer Geruch verschieden von seinen beiden Isomeren ist; wird bei — 22° C. noch nicht fest und siedet bei 140—141° C., löst sich in concentrirter Schwefelsäure.

Metaxylol = Metadimethylbenzol, gleichfalls eine farblose Flüssigkeit von 0,87 spec. Gewicht. Siedepunkt 140—141° C.; in Schwefelsäure löslich.

Paraxylol = Paradimethylbenzol bildet grosse farblose Krystalle, welche bei 15° C. schmelzen und bei 136—137° C. sieden. Specifisches Gewicht bei 18,5° C. = 0,8625. Wird von Schwefelsäure wenig angegriffen.

Das Xylol ist seiner Zeit ohne Erfolg als Mittel gegen Pocken angewendet; wird als Lösungsmittel benutzt, hauptsächlich aber zur Darstellung von Xylidin für Azofarbstoffe.

4. Cumole.

C_9H_{12}; a) $C_6H_3(CH_3)_3$; b) $C_6H_4(CH_3)C_2H_5$; c) $C_6H_5(C_3H_7)$.

a) **Trimethylbenzole: Pseudocumol; Mesitylen.**

b) **Methyläthylbenzole: Metaäthyltoluol; Paraäthyltoluol.**

c) **Propylbenzole: Propylbenzol; Isopropylbenzol = Cumol.**

Einen Kohlenwasserstoff von der Zusammensetzung C_9H_{12} (Cumol) wollten schon Mansfield 1849, Ritthausen 1854

Church 1855 etc. gefunden haben, und galt dieser als eine einheitliche Verbindung, bis es sich auch hier herausstellte, dass es ein Gemisch verschiedener isomerer Körper ist.

Von den 3 der Theorie nach möglichen Trimethylbenzolen sind in dem bei 165° C. übergehenden Steinkohlentheeröle und Holztheeröle bisher nur 2:

das **Mesitylen** = symmetrisches Trimethylbenzol in der 1. 3. 5. Stellung und

das **Pseudocumol** = unsymmetrisches Trimethylbenzol in der 1. 2. 4. Stellung enthalten und werden die beiden

Mesitylen: HC=CH$_3$ 1.; 5. H_3C, CH; HC—CH$_3$ 3. — $C_6H_3\left\{\begin{array}{l}(1)\ CH_3\\(3)\ CH_3\\(5)\ CH_3\end{array}\right.$;

Pseudocumol: HC=CH$_3$ 1.; HC, CH$_3$2.; 4. H_3C—CH — $C_6H_3\left\{\begin{array}{l}(1)\ CH_3\\(2)\ CH_3\\(4)\ CH_3\end{array}\right.$

Theercumole durch Einwirkung von Natrium auf ein Gemisch von Bromxylol und Jodmethyl gewonnen. Beide farblose Flüssigkeiten, ersteres siedet bei 163° C., letzteres bei 166° C. und hat einen knoblauchartigen Geruch.

Das Mesitylen wurde lange Zeit für einen Kohlenwasserstoff der Acetylenreihe betrachtet, weil es aus Aceton und Schwefelsäure — Seite 233 — dargestellt wurde. Wesentlich verschieden ist das aus der **Cuminsäure** (einer im römischen Kümmelöle enthaltenen Säure) und Aetzkalk dargestellte:

Cumol = **Isopropylbenzol** $C_6H_5 . C_3H_7$; eine farblose Flüssigkeit, welche bei 151° C. siedet und zu 0,2 % im amerikanischen Steinöle enthalten ist.

5. Cymole.

$C_{10}H_{14}$; a) $C_6H_2(CH_3)_4$; b) $C_6H_3(CH_3)_2C_2H_5$; c) $C_6H_4(C_2H_5)_2$; d) $C_6H_4 . CH_3 . C_3H_7$; e) $C_6H_5 . C_4H_9$.

a) **Tetramethylbenzole**: **Durol** (1. 2. 4. 5.); **Isodurol** (1. 2. 3. 5.)

b) **Aethyldimethylbenzole**: **Aethylxylol** (1. 2. 4.); symmetrisches **Aethylxylol** (1. 3. 5.)

c) **Diäthylbenzole: Paradiäthylbenzol.**

d) **Propyltoluole: Orthocymol; Methacymol; Paracymol**, desgleichen **Isocymole.**

e) **Butylbenzole: Butylbenzol; Isobutylbenzol.**

Das Cymol, Cymen, Thymylwasserstoff, d. h. das Gemisch verschiedener Isomeren ist zuerst 1841 von Gerhardt und Cahours im römischen Kümmelöle von Cuminum cyminum gefunden, ist aber auch in einigen anderen ätherischen Oelen, wie von Thymus vulgaris, Eucalyptus globulus; Artemisia Contra etc. enthalten. 1849 wurde es von Mansfield aus dem leichten und schweren Steinkohlentheeröle hergestellt, findet sich nach Berthelot im Leuchtgase und scheinen die als Steinkohlenproducte auftretenden Cymole hauptsächlich Propyltoluole: **Normales Cymol** und Tetramethylbenzole: **Durol** zu sein; ersteres ist eine angenehm citronenartig riechende Flüssigkeit, welche bei 175° C. siedet, letzteres sind weisse monoklinische Krystalle, welche bei 79—80° C. schmelzen und bei 189—191° C. sieden; in Alcohol, Aether, Benzol leicht löslich; mit Wasserdämpfen leicht flüchtig. Dieselben Verbindungen finden sich auch nach Markownikoff im kaukasischen Petroleum.

6. Hydrobenzolkohlenwasserstoffe.

Es ist bereits Seite 242 angeführt worden, dass ungesättigte Kohlenwasserstoffe mit offner Kette durch Wasserstoffaufnahme in gesättigte Verbindungen übergehen, dass aber die aromatischen Kohlenwasserstoffe oder die Kohlenwasserstoffe mit geschlossener Kette diese Eigenschaften nicht vollständig besitzen und die Benzolkohlenwasserstoffe nicht mehr als sechs Wasserstoffatome aufnehmen können. Dadurch entstehen aromatische **Wasserstoff-Additionsproducte des Benzols und seiner Homologen**, deren Constitution mit geschlossener Kette am besten durch das Kekulé'sche Benzolschema vergegenwärtigt werden kann:

```
  HC═CH          HC═CH           HC═CH           H2C—CH2
 /     \        /     \         /     \         /       \
HC      CH ; HC        CH2 ; H2C       CH2 ; H2C         CH2
 \\    //       \\     /         \     /         \       /
  HC—CH          HC—CH2          H2C—CH2          H2C—CH2
```

C_6H_6 Benzol	C_6H_8 Dihydro-benzol	C_6H_{10} Tetra-hydrobenzol	C_6H_{12} Hexa-hydrobenzol
C_nH_{2n-6}	C_nH_{2n-4}	C_nH_{2n-2}	C_nH_{2n}

Durch die darunter geschriebenen allgemeinen Formeln fällt sofort die Uebereinstimmung in ihrer Zusammensetzung mit den verschiedenen Reihen ungesättigter Kohlenwasserstoffe aus der Klasse der Fettkörper auf und zwar mit der letzten Formel beginnend der Aethylenreihe, Acetylen- und Terpenreihe — Seite 227 —.

Dass in den **Hydrobenzolkohlenwasserstoffen** die Kohlenstoffatome einen geschlossenen Ring resp. Kette bilden, geht aus der Thatsache hervor, dass sie ziemlich leicht in wahre Benzolderivate zurückverwandelt werden können, z. B. bei der Behandlung mit Salpetersäure werden sie ohne weiteres in nitrirte Benzolkohlenwasserstoffe übergeführt.

Hauptsächlich sind die Hexahydrokörper untersucht und unterscheiden sich diese in physikalischer Hinsicht wesentlich von den Benzolkohlenwasserstoffen.

Ihr specifisches Gewicht steht zwischen dem der letzteren und dem der Homologen des Methans; im Siedepunkte aber weichen sie von den Benzolkohlenwasserstoffen noch viel mehr ab und zeigen fast vollständige Uebereinstimmung mit den normalen Gliedern der Methanreihe — siehe Tabelle S. 260 —.

Die Hydrobenzolkohlenwasserstoffe werden nach Berthelot mittelst einer gesättigten wässrigen Jodwasserstoffsäure von 2,00—2,026 specifischem Gewichte und nach Baeyer mittels Jodphosphonium PH_4J dargestellt und beruht die reducirende Wirkung auf seiner Zersetzung in Wasserstoff und Jodphosphor:

$$PH_4J = PJ + 2H_2;$$

sie finden sich aber auch in der Natur, denn sie sind von Lachowitz im Petroleum von Boryslaw, von Beilstein und

Kurbatow 1880 im Bakuöle in grösserer und im amerikanischen Steinöle in geringerer Menge gefunden worden — Seite 242 — und zwar speciell nachstehende Verbindungen:

Hexahydrobenzol C_6H_{12}
Hexahydrotoluol C_7H_{14}
Hexahydrometa-(iso)xylol . . C_8H_{16}

sämmtlich farblose, leicht bewegliche, nach Petroleum riechende Flüssigkeiten, deren Siedepunkte und spec. Gewichte in nebenstehender Tabelle angegeben sind. Beim Schütteln der Erdöle mit concentrirter Schwefelsäure lassen sich nur die Benzolkohlenwasserstoffe ausziehen.

II. Kohlenwasserstoffe der Styrolgruppe C_nH_{2n-8}.

Die Styrolgruppe steht zur Benzolgruppe in demselben Verhältnisse wie die Methanreihe zur Aethylenreihe, d. h. sie unterscheidet sich durch einen Mindergehalt von 2 Atomen Wasserstoffe.

Benzolreihe			Hydroreihe			Methanreihe		
Namen u. Formel	Spec. Gew.	Siedepunkt	Formel	Spec. Gew.	Siedepunkt	Formel	Spec. Gew.	Siedepunkt
Benzol C_6H_6	0,889	81° C.	C_6H_{12}	0,760	69° C.	C_6H_{14}	0,663	71,5° C.
Toluol C_7H_8	0,882	111° "	C_7H_{14}	0,772	97° "	C_7H_{16}	0,712	98,0° "
Metaxylol C_8H_{10}	0,870	137° "	C_8H_{16}	0,781	118° "	C_8H_{18}	0,703	124,0° "
Mesytilen C_9H_{12}	0,870	163° "	C_9H_{18}	0,790	135—138° C.	C_9H_{20}	0,741	136—138° C.
Cymol $C_{10}H_{14}$	0,873	175° "	$C_{10}H_{20}$	0,802	153—158° "	$C_{10}H_{22}$	0,757	158—162° "

und hat für unsere Zwecke — Seite 152 —, weil im Steinkohlentheere und Steinkohlengase vorkommend, nur ein Interesse:

1. Styrol.

C_8H_8; $C_6H_5 . CH{=}CH_2$.

Phenyläthylen; Vinylbenzol; Cinnamol; Aethenylbenzol.

Scheint zuerst von Bonastre 1831 im flüssigen Storax, dem ausgepressten Safte der Rinde von Liquidambar orientale, später aus Perubalsam dargestellt zu sein und ist von D'Arcet, A. W. Hofmann näher untersucht. Berthelot fand es 1867 im Steinkohlentheer auf und stellte es syntetisch aus Acetylen dar — Seite 233 —.

Das Styrol ist eine farblose, leicht bewegliche, angenehm riechende, stark lichtbrechende Flüssigkeit, welche bei — 20° C. noch nicht fest wird, bei 145° C. siedet und bei 16° C. ein spec. Gew. = 0,876, bei 0° C. von 0,924 hat. Ist in Wasser kaum löslich und nimmt selbst sehr wenig auf, mit den übrigen sonst gebräuchlichen Lösungsmitteln ist es in jedem Verhältnisse mischbar.

2. Phenylpropylen.

C_9H_{10}; $C_6H_5 . CH{=}CH . CH_3$.

Angenehm riechende Flüssigkeit von 0,924 spec. Gewichte und 165° C. Siedepunkt.

III. Kohlenwasserstoffe der Phenylacetylengruppe C_nH_{2n-10}.

Der Name zeigt schon dass Verhältniss dieser Kohlenwasserstoffe zum Benzol an, dass sie 4 Atome Wasser weniger enthalten. Auf Seite 234 ist die Reihe der bekannten Verbindungen aufgeführt und es mag hier nur erwähnt sein, dass das

Phenylacetylen,

C_8H_6; $C_6H_5 . C{\equiv}CH$,

Acetylenbenzol eine farblose bei 139—140° C. siedende Flüssigkeit ist.

---

2. Kohlenwasserstoffe mit zwei und mehr Benzolkernen.

In den bis jetzt betrachteten aromatischen Kohlenwasserstoffen waren die Wasserstoffatome des Benzols durch Alkyle

Alkylene und Alkine der Fettkörper ersetzt, in beiden letzteren Fällen, also durch ungesättigte Seitenketten, die durch Wasserstoffaufnahme in die Grenzverbindungen übergehen; und es entstanden dadurch Homologe des Benzols mit der Zusammensetzungsdifferenz von CH_2. Die Reste des Benzolkernes $C_6H_5{}^{I}$ = Phenyl, $C_6H_4{}^{II}$ Phenylen etc. können nun auch direct unter einander vereinigt werden und es entstehen:

$$C_{12}H_{10}\ \left.\begin{matrix}C_6H_5\\C_6H_5\end{matrix}\right\};\quad C_{18}H_{14}\ \left.\begin{matrix}C_6H_5\\C_6H_5\end{matrix}\right\}C_6H_4{}^{II};\quad C_{24}H_{18}\ \left.\begin{matrix}C_6H_5\\C_6H_5\\C_6H_5\end{matrix}\right\}C_6H_3{}^{III}$$

Diphenyl — Diphenylbenzol — Triphenylbenzol

oder aber die Benzolkerne stehen noch mit der Fettkörperreihe in Verbindung wie:

$$C_{13}H_{12}\ \left.\begin{matrix}C_6H_5\\C_6H_5\end{matrix}\right\}CH_2{}^{II};\quad C_{19}H_{16}\ \left.\begin{matrix}C_6H_5\\C_6H_5\\C_6H_5\end{matrix}\right\}CH^{III};\quad C_{25}H_{20}.\left.\begin{matrix}C_6H_5\\C_6H_5\\C_6H_5\\C_6H_5\end{matrix}\right\}C^{IV}$$

Diphenylmethan — Triphenylmethan — Tetraphenylmethan

Im ersteren Falle sind es reine aromatische Verbindungen, **Diphenylgruppe**, im letzteren fett-aromatische Verbindungen, **Diphenylmethangruppe**, deren Glieder sich durch eine Differenz von C_6H_4 unterscheiden.

I. Kohlenwasserstoffe der Diphenylgruppe.

1. Diphenyl.

$C_{12}H_{10}$; $C_6H_5-C_6H_5$.

Phenylbenzol. 1862 von Fittig entdeckt und für das Radical „Phenyl“ gehalten. Bildet sich zunächst überall da, wo durch irgend welche Reaction zwei Phenylgruppen in Freiheit gesetzt werden; es geschieht dies beim Behandeln von Brombenzol mit Natrium oder beim Durchleiten von Benzol oder Benzoësäure durch glühende Röhren; auch bei der trocknen Destillation von Benzoësäure oder Pthalsäure mit Aetzkalk oder Aetzbaryt und findet sich in den bei 240 bis 270° C. übergehenden Antheilen des Steinkohlentheeres.

Das Diphenyl ist unlöslich in Wasser, wenig in kaltem, reichlich in heissem Weingeiste und krystallisirt daraus in weissen, grossen, glänzenden Krystallen, welche angenehm riechen, bei 71° C. schmelzen und 254° C. sieden.

2. **Diphenylbenzol.** $C_{18}H_{14}$; $C_6H_5 - C_6H_4 - C_6H_5$, bildet sich gleichfalls beim Durchleiten von Benzol durch glühende Röhren; stellt farblose, bei 205° C. schmelzende Blättchen dar. **Isophenylbenzol** schmilzt bei 85° C.

3. **Ditolyl.** $C_{14}H_{14}$; $C_7H_7 - C_7H_7$; $CH_3 . C_6H_4 - C_6H_4 . CH_3$, wird auf Parabromtoluol und Natrium dargestellt, bildet bei 121° C. schmelzende Krystalle.

II. Kohlenwasserstoffe der Diphenylmethangruppe.

1. Diphenylmethan.

$$C_{13}H_{12};\quad C_6H_5 - CH_2 - C_6H_5.$$

Benzylbenzol. Durch Erhitzen von Benzylchlorid, Benzol und Zinkstaub bildet es sich, krystallisirt in farblosen, orangeähnlich riechenden Nadeln, welche bei 26,5° C. schmelzen und bei 263° C. sieden.

2. Fluoren.

$$C_{13}H_{10};\quad (C_6H_4)_2 - CH_2:\quad \begin{matrix} C_6H_4 \\ | \\ C_6H_4 \end{matrix} \!\!>\! CH_2$$

Diphenylenmethan. Von Berthelot 1867 im Steinkohlentheer entdeckt und zwar in den Antheilen, welche zwischen 300 und 305° C. übergehen. Von Gräbe beim Durchleiten von Diphenylmethan durch glühende Röhren dargestellt. Das Fluoren krystallisirt in farblosen, violett fluorescirenden, bei 113° C. schmelzenden und 295° C. siedenden Blättchen.

In nächster Beziehung zu dem Fluoren steht das

3. Fluoranthen.

$$C_{13}H_8\ (C_2H_2);\quad C_{15}H_{10};\quad \begin{matrix} C_6H_4 \\ | \\ C_6H_3 \end{matrix} \!\!>\! \begin{matrix} CH - CH \\ \quad\ \ \| \\ \quad\ \ CH. \end{matrix}$$

Idryl; Diphenylenmethacetylen. Der Kohlenwasserstoff wurde gleichzeitig von Fittig und Gebhardt 1878 im Steinkohlentheer und von Goldschmidt in den als „Stubb oder Stupp" bezeichneten, weichen, schwarzen Massen gefunden, welche bei der Destillation der Quecksilbererze in Idria gewonnen werden und soll auch dem Idrialit = Quecksilberbrandharz oder

braunes Erdharz, einem in Idria vorkommenden, der Steinkohle ähnlichen Fossil enthalten sein.

In dem Steinkohlentheer findet sich das Fluoranthen in dem sehr hoch siedenden Destillate gewöhnlich im Verein mit Pyren und Chrysen; es bildet farblose glänzende Nadeln oder Tafeln, welche bei 109° C. schmelzen, und die sich leicht in Aether, Schwefelkohlenstoff, Eisessig und siedendem Alcohole lösen.

4. **Dibenzyl**, symmetrisches **Diphenyläthan** $C_{14}H_{14}$; $C_6H_5.CH_2.CH_2.C_6H_5$ mit Ditolyl und Benzyltoluol isomer ist von Canizzero aus Benzylchlorid und Natrium dargestellt. Bei 52° C. schmelzende Krystalle.

5. **Stilben**; **Diphenyläthylen**; **Toluylen** $C_{14}H_{12}$; $C_6H_5-CH=CH-C_6H_5$ bildet grosse monoklinische Krystalle.

6. **Tolan**; **Diphenylacetylen** $C_{14}H_{10}$; $C_6H_5-C\equiv C-C_6H_5$, Krystalle, welche bei 60° C. schmelzen.

7. **Triphenylmethan** $C_{19}H_{16}$; $CH(C_6H_5)_3$, glänzende rhombische Krystalle, welche bei 92° C. schmelzen. Die Derivate desselben finden als Farbstoffe eine ausgedehnte Anwendung (Malachitgrün).

---

3. Kohlenwasserstoffe mit zwei und mehr condensirten Benzolkernen.

Die wichtigsten im Steinkohlentheer vorkommenden Kohlenwasserstoffe dieser Abtheilung Naphtalin, Phenanthren, Anthracen, Chrysen unterscheiden sich durch eine Differenz von C_4H_2 — Seite 249 — und bilden Gruppenglieder.

I. Kohlenwasserstoffe der Naphtalingruppe.

Die Verbindungen dieser Gruppe wurden früher von dem Naphtalin als einem Naphtylwasserstoff $C_{10}H_9.H$ abgeleitet, welcher dem Benzol = Phenylwasserstoff $C_6H_5.H$ in seinem Verhalten sehr ähnlich ist. Es ist aber von Erlenmeyer nachgewiesen und von Gräbe u. A. bestätigt, dass das Naphtalin aus zwei Benzolresten besteht, welche zwei Kohlenstoffatome gemeinschaftlich besitzen und lässt sich diese Bindung und Bildung dadurch erklären, dass in der Hitze zwei

Molecüle Acetylen unter Wasserstoffverlust in Orthostellung an ein Molecül Benzol angelagert haben.

```
          HC   CH             CH        CH
         //\  /\\            // \        \\
        HC   C   CH        HC    CH       CH
H₂ +    |        |     =   |     ||   +
        HC   C   CH        HC    CH       CH
         \\ / \ //           \\ /        //
          HC   CH             HC        CH
         Naphtalin          Benzol  2 Mol. Acetylen
```

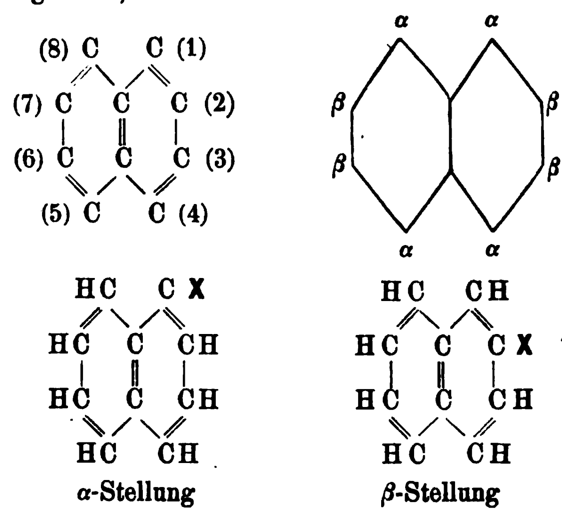
Zur Begründung der Annahme der Benzolkerne im Naphtalin mögen nur folgende 4 Beweise dienen:

1. Naphtalin und viele seiner Derivate gehen bei der Oxydation in Phtalsäure = Benzoldicarbonsäure oder substituirte Phtalsäuren über.
2. Phenylbutylenbromid $C_{10}H_{12}Br_2 = C_6H_5 . CH_2 - CH_2 - CH Br . CH_2 Br$ verwandelt sich beim Ueberleiten in Dampfform über schwach rothglühenden Aetzkalk in Naphtalin.
3. Dichlornaphtochinon = $C_{10}H_4 Cl_2 O_2$ wird bei der Oxydation in Phtalsäure verwandelt und gebührt ihm deshalb die Formel: $C_6H_4 . C_4 Cl_2 O_2$.
4. Die Salpetersäure wirkt nicht nur substituirend auf Naphtalin, sondern auch oxydirend, dass von der einen Seite des **Naphtalin-Doppelringes** zwei Kohlenstoffatome von Oxalsäure abgesprengt werden, während alle übrigen in der Phtalsäure vereinigt bleiben.

```
 HC   CH                        HC   COOH
 //\  /\\                       //\  /
HC   C   CH                    HC   C                 COOH
|    ||  |     + 4 O₂   =      |    ||          +     |
HC   C   CH                    HC   C                 COOH
 \\ / \ //                      \\ / \
 HC   CH                         CH  COOH          Oxalsäure
Naphtalin C₁₀H₈               Phtalsäure C₈H₆O₄     C₂H₂O₄
```

Durch den Doppelring des Naphtalin ist es erklärlich, dass die Anzahl der möglichen Substitutionsproducte ungleich grösser ist als beim Benzol.

Werden die Wasserstoffatome der **Naphtalinkerne** durch Zahlen bezeichnet, so stehen je vier derselben gleichartig zur Verbindungsstelle, nämlich:



α-Stellung β-Stellung

1, 4, 5 und 8, sowie 2, 3, 6 und 7. Wird daher eines der vier ersten Wasserstoffatome, also 1, 4, 5, 8 durch ein anderes Element oder eine Atomgruppe **X** ersetzt, so muss eine andere Verbindung entstehen, als wenn eines der vier andern Wasserstoffatome durch das gleiche Element oder die gleiche Atomgruppe substituirt wird und man kennt in der That von vielen Monosubstitutionsproducten des Naphtalins zwei Isomere, welche man als α- und β-Derivate unterscheidet. Findet ein Ersatz eines der Wasserstoffatome 1, 4, 5, 8 statt, also benachbart der Verbindungsstelle der beiden Benzolkerne, so wird die betreffende Verbindung als α-Derivat (α-Stellung) bezeichnet, während die von der Verbindungsstelle weiter entfernten Wasserstoffatome 2, 3, 6, 7 β-Derivate (β-Stellung) liefern. Es lässt sich die α- und β-Stellung auch folgendermassen erklären: Bei dem **Naphtalin** werden diejenigen Kohlenstoffatome, welche sich zu dem einen, den beiden Kernen gemeinschaftlichen Kohlenstoffatom in der **Ortho-**, zu dem andern in der **Metastellung** befinden, mit α bezeichnet, dagegen diejenigen, welche sich zu einem gemeinschaftlichen Kohlenstoffatom in

der **Meta-**, zu dem andern in der **Parastellung** — Seite 250 — befinden, mit β bezeichnet.

Von einer Anzahl Monosubstitutionsproducte sind je zwei Modificationen dargestellt worden, während beim Benzol nur je eine Modification bekannt; beim Benzol giebt es drei Isomere von jedem Disubstitutionsproducte, beim Naphtalin sind sogar 10 und mehr Derivate möglich:

Triderivaten .	14 Isomere	Hexaderivaten .	10 Isomere
Tetraderivaten .	22 „	Heptaderivaten .	2 „
Pentaderivaten .	14 „	Octoderivaten .	1 „

1. Naphtalin.

$$C_{10}H_8; \quad C_{10}H_4 \begin{cases} (1)\ CH=CH \\ (2)\ CH=CH \end{cases}$$

Steinkohlentheercampher. Von Garden 1820 im Steinkohlentheeröl aufgefunden, Naphtalin genannt und von Reichenbach als Zersetzung der Destillationsproducte der Steinkohlen in der Hitze entstehend erkannt.

Das Naphtalin bildet sich gewöhnlich, wenn organische Verbindungen einer starken Hitze ausgesetzt werden; es entsteht daher, wenn Dämpfe von Alcohol, Aether, Essigsäure, Terpentinöl, Campher, Holztheer, Petroleum etc. durch glühende Röhren geleitet werden. Aus diesem Grunde ist es im Steinkohlentheer enthalten und es ist die Menge des Naphtalin im Theere ein Kennzeichen, ob der Theer bei hoher oder bei niedriger Temperatur dargestellt ist, denn es ist die Temperatur sehr wichtig für die Theerbildung — Seite 147 —. Im Steinkohlentheer der Gasanstalten kommt es stets, aber in sehr wechselnder Menge vor; seitdem in thönernen Retorten bei viel höherer Temperatur als früher in den gusseisernen Retorten gearbeitet wird, ist seine Menge sehr gewachsen.

Die bei der trocknen Destillation der Steinkohlen etc. sich bildenden Gase und Dämpfe kommen mit den glühend heissen Retortenwänden nochmals in Berührung, wobei unter Abscheidung von Kohle (Retortengraphit, Gaskohle) Bildung von Leuchtgas und aromatischen Kohlenwasserstoffen eintritt und

hierbei zeigt es sich, dass selbst die einfachsten Repräsentanten durch Austritt von Wasserstoff oder Abspaltung von Kohlenstoff zu complicirten Kohlenwasserstoffen zusammentreten, dass aber auch umgekehrt höhere Kohlenwasserstoffe in einfacher Zusammengesetzte gespalten werden können, und es mögen in nachstehender Zusammenstellung noch einmal die in den vorhergehenden Kapiteln zerstreuten Angaben zu leichterem Verständnisse gemacht werden. Also bei hoher Temperatur liefert:

Grubengas	Propylen, Benzol, Naphtalin.
Aethan	Aethylen und Wasserstoff.
Aethylen	Aethan, Acetylen u. theerartige Producte.
Acetylen	Wasserstoff, Aethan, Aethylen, Benzol, Styrol, Metastyrol und Naphtalin.
Benzol	Diphenyl, Wasserstoff und hochsiedende Kohlenwasserstoffe.
Toluol	Benzol, Naphtalin, Anthracen, Wasserstoff, Grubengas und Acetylen.
Styrol	Benzol und Acetylen.
Xylol	Benzol, Toluol, Naphtalin, Anthracen.
Cumol	Benzol, Toluol, Xylol, Naphtalin, Naphtalinhydrür, Anthracen und Chrysen.
Benzol + Aethylen .	Styrol, Naphtalin, Anthracen.
Styrol + Aethylen .	Naphtalin und Benzol.
Styrol + Benzol . .	Naphtalin und Anthracen.
Benzol + Naphtalin .	Anthracen.

Zur Darstellung des Rohnaphtalin werden die zwischen 180—220° C. siedenden Antheile des Steinkohlentheeres abgekühlt und das Rohnaphtalin abgepresst.

Das Naphtalin bildet weisse Krystallmassen oder rhombische Blättchen, hat einen eigenartigen Geruch und brennenden Geschmack, da es nicht vollkommen in Wasser unlöslich ist, namentlich alcalischem Wasser wie der Speichel oder in Wasser, welches organische Substanzen gelöst enthält. Aether löst es leicht, 100 Theile absoluter Alcohol lösen nur 5 Theile. Naphtalin verflüchtigt sich schon bei gewöhnlicher Temperatur unter Verbreitung des penetranten Geruches, mit Wasserdämpfen

und den Dämpfen leichter Theeröle destillirt es leicht. In einer Ammoniacatmosphäre verdampft es leichter als an der Luft oder im Wasserstoffgas.

Das Naphtalin ist ein stark antiseptisch wirkendes Mittel, es hemmt die Entwicklung von Schimmelpilzen tödtet dieselben in kurzer Zeit und wird mit Erfolg als Mittel gegen Motten und zum Conserviren von Käfersammlungen etc. angewendet, ebenso zum Vertreiben von niederen Thieren und Ungeziefer. In der Technik werden daraus rothe, violette und gelbe Farbstoffe dargestellt.

2. **Naphtalinhydrür; Naphthydrène** $C_{10}H_{10}$, entdeckt von Berthelot, kommt im Steinkohlentheer vor, bildet sich durch Condensation von 1 Mol. Acetylen und 1 Mol. Styrol und wird aus Naphtalin, Jodwasserstoff und Phosphor dargestellt. Es ist eine bei 200—210° C. siedende farblose Flüssigkeit.

3. **Naphtalintetrahydrür** $C_{10}H_{12}$ kommt neben dem vorigen in geringer Menge vor und siedet gegen 205° C. Bildet sich bei Einwirkung von Jodphosphonium auf Naphtalin.

4. **α-Methylnaphtalin** $C_{11}H_{10}$; $C_{10}H_7\text{-}\alpha\text{-}CH_3$; entsteht bei Einwirkung von Bromnaphtalin und Jodmethyl auf Natrium. Im Steinkohlentheer von Rheingruber als **β-Methylnaphtalin** $C_{10}H_7\text{-}\beta\text{-}CH_3$ aufgefunden und findet sich im flüssigbleibenden, zwischen 220—270° C. übergehenden Theile des Steinkohlentheeröles. Ein farbloses, blau fluorescirendes Oel von schwachem Geruche, bei 242—243° C. siedend.

5. **Dimethylnaphtalin** $C_{12}H_{12}$; $C_{10}H_6(CH_3)_2$; dieser bei 262 bis 264° C. siedende Kohlenwasserstoff ist von Emmert und Rheingruber (1882) im Steinkohlentheer gefunden.

6. **Aethylnaphtalin** $C_{12}H_{12}$; $C_{10}H_7\text{-}\alpha\text{-}C_2H_5$; bei — 14° C. noch nicht erstarrend, Siedepunkt 257—259° C.

7. Acenaphten.

$$C_{12}H_{10};\quad C_{10}H_6\left\}\begin{matrix}CH_2\\ |\\ CH_2\end{matrix}\right.$$

Aethylennaphtalin; Naphtylenäthylen ist in den bei 260 bis 280° C. siedenden Antheilen des Steinkohlentheeres enthalten und bildet sich beim Durchleiten von Aethylnaphtalin

oder einem Gemenge von Benzol und Aethylendampf durch glühende Röhren. Es krystallisirt in farblosen, bei 95° C. schmelzenden Nadeln, Siedepunkt 277,5. Beim Leiten seiner Dämpfe über erhitztes Bleioxyd verliert es zwei Atome Wasserstoff und geht in

8. **Acenaphtylen** $C_{12}H_8$; $C_{10}H_6\left\{\begin{matrix}CH\\ \Vert\\ CH\end{matrix}\right.$ über, welches in gelblich weissen, bei 92—93° C. schmelzenden, schon bei gewöhnlicher Temperatur sublimirenden Tafeln krystallisirt.

9. **Phenylnaphtalin** $C_{16}H_{12}$; $C_{10}H_7 . C_6H_5$; wird erhalten, wenn ein Gemenge von Brombenzol und Naphtalin zur Rothgluth erhitzt wird. Bildet glänzende, weisse, schwach blau fluorescirende Blättchen, welche bei 101—102° C. schmelzen und nach Orangen riechen.

10. Pyren.

$C_{16}H_{10}$; $C_{10}H_6 (C_6H_4'')$.

Phenylennaphtalin. Vermuthlich als ein Gemenge verschiedener Körper 1837 von Laurent entdeckt, aber erst 1870 von Gräbe rein dargestellt. Wird aus den über 360° C. bis auf Coks siedenden Antheilen des Steinkohlentheeres durch Schwefelkohlenstoff extrahirt; Pyren und Fluoranthen gehen hierbei in Lösung, während Chrysen ungelöst bleibt. Es krystallisirt in farblosen bei 149° C. schmelzenden Tafeln, welche in heissem Alcohol, Aether, Schwefelkohlenstoff leicht löslich sind, in kaltem Alcohol sehr wenig; siedet unzersetzt bei 360° C.

Zur Naphtalingruppe gehört noch als ein Diphenylen das **Phenanthren,** weil es nur zwei condensirte Benzolkerne enthält, wird aber der Einfachheit halber mit dem isomeren Anthracen mit drei condensirten Benzolkernen in der nachfolgenden Gruppe besprochen, da von einigen Chemikern auch ein dreifacher Benzolkern angenommen wird.

II. Kohlenwasserstoffe der Anthracengruppe.

Das Phenanthren ist ein steter Begleiter des Anthracen und findet sich in den hochsiedenden Antheilen des Steinkohlen-

theeres; ihre Bildungsweise und Constitution wird am besten durch nachstehende Formeln ausgedrückt:

```
  HC   CH                           HC   CH         C14 H10
  //\  /\\                          //\  /\\
HC   C   CH                       HC   C   CH
|    ||   |                       |    ||   |
HC   C   CH + CH  =  H2 +         HC   C   C—CH
  \\/ \//     |||                   \\/ \//  ||
  HC   CH     CH                    HC   C   CH
                                         |  /
          HC≡CH                          HC═CH
Naphtalin  2 Mol. Acetylen            Phenanthren

  HC   CH   HC                      HC    CH CH       C14 H10
  //\  /\\    \\                    //\   /\\ /\\
HC   C   CH    CH                 HC   C    C   CH
|    ||   |  +      = H2 +        |    ||   |    |
HC   C   CH    CH                 HC   C    C   CH
  \\/ \//     //                    \\/ \ //\ //
  HC   CH    CH                     HC   CH CH
Naphtalin  2 Mol. Acetylen             Anthracen
oder
       C6H4 — CH                          CH
       |       ||                  C6 H4 < |  > C6 H4
       C6H4 — CH                          CH
       Phenanthren                     Anthracen
```

1. **Anthracen.**

$C_{14} H_{10}$; $C_6 H_4 (CH)_2 . C_6 H_4$.

Paranaphtalin; Photène; Acetylenodiphenylen. Das Anthracen ist 1832 von Dumas und Laurent im Steinkohlentheeröl gefunden und Paranaphtalin genannt, aber erst von Fritzsche 1857 näher untersucht. Synthetisch ist es zuerst 1866 von Limprecht aus Benzylchlorid und in demselben Jahre auf pyrogenetischem Wege aus einfacheren Kohlenwasserstoffen dargestellt — Seite 268 —. Epochemachend in seiner Geschichte ist die Entdeckung von Gräbe und Liebermann (1868), dass es aus dem **Alizarin** durch Behandlung und Reduction mit Zinkstaub, und dass aus ihm Alizarin künstlich dargestellt werden könne. Seit dieser Zeit

ist das Anthracenöl, welches früher zu Wagenschmiere benutzt wurde, ein gesuchter Artikel und hat diese Industrie eine ungeheure Ausdehnung genommen, dass selbst Petroleumrückstände auf Anthracen verarbeitet werden.

Es entsteht wie das Naphtalin bei der Einwirkung starker Hitze auf organische Verbindungen und beim Durchleiten der Dämpfe von Terpentinöl, Petroleum, Braunkohlentheer, bituminösen Schiefern durch glühende Röhren — Seite 166 —.

Zur Gewinnung des Anthracens wird der zwischen 310 und 360° C. übergehende Antheil des Steinkohlentheeres abgekühlt, die ausgeschiedene feste Masse durch Auspressen vom anhaftenden Oele befreit und die Pressrückstände wiederholt mit Petroleumbenzin zur Entfernung von Phenanthren, Acenaphten digerirt. Die Darstellung eines chemisch reinen Anthracens ist keine leichte Aufgabe.

Das reine Anthracen bildet farblose, klinorhombische Krystallblättchen mit violetter Fluorescenz, welche von den gewöhnlichen Lösungsmitteln nur wenig aufgenommen werden, am leichtesten löslich ist es in heissem Benzol. Es schmilzt bei 210° C., beginnt bei dieser Temperatur unter Verbreitung eines scharfen reizenden Geruches zu sublimiren und bei 360° C. zu sieden, wobei ein nicht unerheblicher Theil zersetzt wird.

Seine Lösung in Benzol dem Sonnenlichte ausgesetzt, scheidet sehr bald Krystalle von **Paranthracen** ab, welches den Einwirkungen der Lösungsmittel und concentrirten Säuren widersteht, bei 244° C. schmilzt und in gewöhnliches Anthracen wieder übergeht.

Gewöhnliche Schwefelsäure löst das Anthracen bei gelindem Erwärmen mit grünlicher Farbe ohne Veränderung auf, bei stärkerer Erhitzung bilden sich Sulfosäuren. Salpetersäure giebt damit keinen Nitrokörper, sondern Anthrachinon.

2. Phenanthren.

$C_{14}H_{10}$; $(C_6H_4)_2(CH)_2$.

Dieses Isomer des Anthracens, welches der stete in kaltem Benzin leicht lösliche Begleiter ist und in grossen Mengen als Nebenproduct bei der Anthracenreinigung gewonnen

wurde, ist lange Zeit von Seiten der Wissenschaft nicht berücksichtigt und erst 1872 gleichzeitig von Gräbe und von Fittig und Ostermeyer entdeckt worden. Fittig bezeichnete diesen Körper als Phenanthren, um gleichzeitig seine Beziehungen zum Diphenyl und seine Isomerie mit Anthracen anzuzeigen.

Die Entstehung ist dieselbe, wie beim Anthracen angegeben und findet sich gleichzeitig in den bei 310—350° C. übergehenden Antheilen des Steinkohlentheeres. Bei der Behandlung mit Salpetersäure liefert es Nitroproducte. Das Phenanthren ist in Wasser unlöslich, in kaltem und besonders heissem Alcohole, Aether, Schwefelkohlenstoff, Eisessig löslich und krystallisirt in reinem Zustande in weissen, schwach bläulich fluorescirenden Blättchen, welche bei 100° C. schmelzen und 340° C. sieden.

3. **Anthracendihydrür** $C_{14}H_{12}$. Kommt im Theer schon fertig gebildet vor und findet sich im Rohanthracen. Künstlich bildet es sich aus Anthracen in alcoholischer Lösung mit Natriumamalgam oder Anthracen und Jodwasserstoffsäure. Es krystallisirt in farblosen, in Lösung blau fluorescirenden Tafeln, bei 108° C. schmelzend, bei 305° C. ohne Zersetzung siedend. In Alcohol, Aether, Benzol leicht löslich. Beim Behandeln mit Jodwasserstoffsäure in der Hitze geht es über in:

4. **Anthracenhexahydrür** $C_{14}H_{16}$, welches gleiche Eigenschaften wie das erstere zeigt, aber schon bei 63° C. schmilzt und bei 290° C. siedet.

5. **Methylanthracen** $C_{15}H_{12}$; $C_{14}H_9 . CH_3$ kommt im Theer nur in geringer Menge vor, von G. Schultz 1877 darin gefunden. Schwer in Alcohol, Aether, Eisessig löslich, leicht in Benzol und Schwefelkohlenstoff. Die Krystallblättchen schmelzen bei 200° C. und sieden bei 360° C.

6. **Dimethylanthracen** $C_{16}H_{14} . C_{14}H_8(CH_3)_2$. Im Steinkohlentheer noch nicht bestimmt nachgewiesen, ebenso wenig wie die folgende Verbindung:

7. Reten.

$C_{18}H_{18}$; $C_{14}H_6(CH_3)_4$

Tetramethylanthracen. Ist von Fickentscher und Trommsdorff 1837 entdeckt, findet sich in den hochsiedenden

Antheilen des Holztheeres von Kiefern- oder Fichtenholz und des Braunkohlentheeres, ebenso in den Theeren von Erdharzen. Das Reten stellt glänzende, fettige Schuppen ohne Geruch und Geschmack dar, welche bei 95° C. schmelzen und bei 390° C. ohne Veränderung sieden; es ist leicht löslich in Aether, Schwefelkohlenstoff, Benzol, fetten Oelen, heissem Alcohol und Eisessig. Verdampft schon bei gewöhnlicher Temperatur, sinkt in kaltem Wasser unter, aber schwimmt auf heissem. In der Rothgluth giebt es viel Anthracen.

8. **Pseudoanthracen** $C_{16}H_{12}$. Von Zeidler 1878 aus dem Rohanthracen abgeschieden. Krystallisirt in grossen, glänzenden, bei 115° C. schmelzenden Blättern.

Es ist dieser Körper in dem in Essigäther löslichen Theile des Rohanthracen aufgefunden worden zugleich mit **Synanthren**, welches jedenfalls identisch mit Methylanthracen ist.

Homologe des Anthracens

mit der Zusammensetzungsdifferenz von C_4H_2 — Seite 249 — sind noch:

1. Chrysen $C_{18}H_{12}$.

Entdeckt von Robiquet und Colin 1817 bei der *Destillation* des Bernsteins, 1837 von Laurent im Steinkohlentheer. Kommt überhaupt in den höchst siedenden Producten der trocknen Destillation zahlreicher organischer Körper vor, so noch im Holztheer und den Theeren aus Fetten und Oelen. Von Gräbe und Liebermann pyrogenetisch aus Phenylnaphtyläthan $C_6H_5(CH_2)_2C_{10}H_7$ dargestellt. Findet sich stets in Verbindung mit Fluoranthen und Pyren — Seite 263 und 270 — und wird von diesen durch seine Unlöslichkeit in Schwefelkohlenstoff getrennt. Der Name rührt von der goldgelben Farbe, welche dem unreinen Körper hartnäckig anhaftet und durch Umkrystallisiren nicht entfernt werden kann, wohl aber durch Umschmelzen mit Aetzkali. Der Farbstoff ist einem im Jahre 1862 im Steinkohlentheer entdeckten Kohlenwasserstoff, **Chrysogen** eigen, für den noch keine Formel aufgestellt ist. Schon $^1/_{3000}$ davon färbt farblose Krystalle, wie Naphtalin, intensiv gelb. Die orangerothen Nadeln schmelzen bei 190° C.

unter theilweiser Zersetzung; in concentrirter Schwefelsäure unverändert löslich.

Das Chrysen ist wenig in Alcohol, Aether, Spuren in Schwefelkohlenstoff, leichter in heissem Benzol löslich und krystallisirt daraus in rhombischen bei 250° C. schmelzenden Blättchen; siedet über 360° C.

2. Picen $C_{22}H_{14}$.

Parachrysen; Benzerythren. Im Braunkohlentheer 1880 von Burg aufgefunden, identisch mit Rasenack's Parachrysen und G. Schultz' Benzerythren; findet sich in den höchst siedenden Antheilen des Braunkohlentheers; ist in allen Lösungsmitteln fast unlöslich, am besten wird es noch vom Steinkohlentheercumol aufgenommen, woraus es beim Erkalten in Blättern sich abscheidet. Schmilzt bei 345° C. und siedet bei 518 bis 520° C.; so dass es von allen bekannten Kohlenwasserstoffen den höchsten Schmelz- und Siedepunkt besitzt. Löst sich in concentrirter Schwefelsäure mit grüner Farbe.

Chlor-, Brom-, Jod(Halogen)derivate der Kohlenwasserstoffe. Haloïdäther.

In den vorhergehenden Abschnitten sind die Kohlenwasserstoffe nur als solche behandelt worden, dabei ist bereits — Seite 203 und 225 — erwähnt, dass sich in den Grenzkohlenwasserstoffen die Wasserstoffatome durch Halogene substituiren lassen, ferner — Seite 237 —, dass die ungesättigten Kohlenwasserstoffe sich direct mit Halogenen verbinden können und dass die eigenartigen aromatischen Kohlenwasserstoffe mit den Halogenen auch noch Halogen-Additionsproducte geben. Diese Halogenderivate mussten angeführt werden, um den Aufbau und die Bildung der Kohlenwasserstoffe zu erklären, wie bei der Methanreihe und Benzolreihe, welche sich als Methyl- resp. Alkylsubstitutionsproducte ergeben — S. 205 u. 247 — und werden auch fernerhin zum Aufbau weiterer Verbindungen dienen; daher mögen nach einigem Allgemeinen nur diejenigen Körper berücksichtigt werden, welche ein allgemeines Interesse haben.

Sowohl bei den Fettkörpern wie aromatischen Körpern finden die Substitutionen in ganz analoger Weise statt, d. h. es kann Wasserstoffatom für Wasserstoffatom durch Halogene ersetzt werden — Seite 203 —.

C_2H_6:	C_2H_5J	Mono-	Jod-brom-chloräthan	C_6H_6:	C_6H_5J	Mono-	Jod-brom-chlorbenzol
	$C_2H_4Cl_2$	Di-			$C_6H_4Br_2$	Di-	
	$C_2H_3Cl_3$	Tri-			$C_6H_3Cl_3$	Tri-	
	$C_2H_2Cl_4$	Tetra-			$C_6H_2Cl_4$	Tetra-	
	$C_2H\,Cl_5$	Penta-			$C_6H\,Cl_5$	Penta-	
	(C_2Cl_6)	Hexa-			C_6Cl_6	Hexa-	

Bei der Einwirkung des Chlors etc. (Jod ist eines directen Austausches nicht fähig) auf Benzol, Naphtalin, Anthracen bleibt es aber nicht blos bei den Substitutionsproducten, sondern es bilden sich auch zugleich Additionsproducte, wobei hier nochmals hervorgehoben werden muss, dass die grösste Addition nur 6 Atome beträgt. Zur Befreiung der Substitutionsproducte von den Additionsproducten genügt die Behandlung mit alcoholischen Kali, wo die letzteren zersetzt werden. Bei der Chlorirung spielt die Temperatur eine bedeutende Rolle. Bei gewöhnlicher Temperatur, überhaupt wenn das Halogen auf die flüssigen Kohlenwasserstoffe einwirkt, erstreckt sich die Substitution fast ausschliesslich auf den aromatischen Kern; findet dagegen die Einwirkung beim Siedepunkte des Kohlenwasserstoffes statt, so wird vorwiegend der Wasserstoff der Seitenkette — Seite 231 — substituirt. Statt des freien Chlor ist es oft zweckmässig, Chlor *in statu nascendi* einwirken zu lassen und zwar durch Zersetzen von chlorsaurem Kalium $KClO_3$, chromsaurem Kalium $K_2Cr_2O_7$ oder Chlorkalk $Ca(ClO)_2$ mit Salzsäure HCl; sehr gute Chlorüberträger sind auch Antimonpentachlorid $SbCl_5$ und Molybdänpentachlorid $MoCl_5$.

Es ist nicht nothwendig, dass zur Chlorirung etc. der Kohlenwasserstoffe von dem Kohlenstoff und Chlor etc. ausgegangen wird, sondern dieselben lassen sich auch durch Einwirkung von Chlorwasserstoffsäure etc. oder Phosphorchlorid PCl_3, PJ_3, PBr_3 auf Alcohole, die weiter unten Erwähnung finden, darstellen.

$$\underbrace{C_2H_5OH}_{\text{Alcohol}} + HCl = H_2O + \underbrace{C_2H_5Cl}_{\text{Aethylchlorid}}$$

$$\underbrace{3\,C_2H_5OH}_{\text{Alcohol}} + \underbrace{PCl_3}_{\text{Phosphor-chlorid}} = \underbrace{PO_3H_3}_{\text{Phosphorige Säure}} + \underbrace{3\,C_2H_5Cl}_{\text{Aethyl-chlorid}}$$

$$\underbrace{C_2H_4(OH)_2}_{\text{Glycol}} + \underbrace{2\,PCl_5}_{\text{Phosphor-pentachlorid}} = \underbrace{2\,POCl_3}_{\text{Phosphoroxy-chlorid}} + 2\,HCl + \underbrace{C_2H_4Cl_2}_{\text{Aethylen-chlorid}}$$

Die Monoderivate bilden sich auch durch einfache Anlagerung der Haloidsäure an einen ungesättigten Kohlenwasserstoff: $C_3H_6 + HCl = C_3H_7Cl$.

Je nachdem das Chlor etc. mit einem CH_3; CH_2; CH oder C-Reste in Verbindung ist, bilden sich primäre, secundäre oder tertiäre Chloride — Seite 284 —.

$$\underbrace{CH_3.Cl;\ CH_3.CH_2.CH_2.CH_2Cl}_{\text{Primäre Chloride}};\ \underbrace{CH_3.CH_2CHCl;\ CH_3}_{\text{secundäres}};\ \underbrace{(CH_3)_3CCl}_{\text{tertiäres Chl.}}$$

Die Chlorderivate der ungesättigten Kohlenwasserstoffe entstehen zum Theil durch Einwirkung von Cl (nicht Brom) auf die C_nH_{2n}, sonst beim Behandeln der Chlorderivate der Grenzkohlenwasserstoffe mit alcoholischem Kali.

$$C_3H_6Cl_2 + KOH = KCl + H_2O + C_3H_5Cl$$

$$C_2HCl_5 + KOH = KCl + H_2O + C_2Cl_4$$

Eine, wie das Chlor etc., die drei Doppelverbindungen des Kohlenstoffs im Benzolkerne auflösende Wirkung, wodurch die Additionsproducte des Benzols entstehen, hat auch die unterchlorige Säure = Chlorhydroxyd HOCl; denn beim Eintragen von Benzol in unterchlorige Säure vermag sich diese direct damit zu verbinden und den Benzolkern so aufzulösen, dass die Kette aber immer noch geschlossen bleibt.

$$\underbrace{C_6H_6}_{\text{Benzol}} + 3\,Cl_2 = \underbrace{C_6H_6Cl_6}_{\text{Benzolhexachlorid}}$$

$$C_6H_6 + \underbrace{3\,HOCl} = \underbrace{C_6H_6.(OH)_3Cl_3}_{\text{Benzoltrichlortrihydroxyl}} = C_6H_9O_3Cl_3$$

Benzoltrichlortrihydroxyl = Trichlorphenose

Desgleichen wirkt die unterchlorige Säure lösend auf die eine Hälfte des Naphtalinkernes und man erhält eine Verbindung von der Formel $C_{10}H_8.(OH)_2Cl_2$ = **Naphtalindichlordihydroxyl.**

Chlor-, Brom-, Jodderivate

Fettkörper

Name und Formel	Aggregatzustand	Siedep. Schmelzpunkt	Spec. Gew.	bei °C.
		Monochlor- etc. derivate		
Methylchlorid CH_3Cl	G.	— 20° C.	—	—
Methylbromid CH_3Br	„	+ 13° „	1,664	0°
Methyljodid CH_3J	Fl.	43° „	2,199	„
Aethylchlorid C_2H_5Cl	G.	11° „	0,921	„
Aethylbromid C_2H_5Br	Fl.	41° „	1,473	„
Aethyljodid C_2H_5J	„	71° „	1,975	„
Chloräthylen $C_2H_3Cl = CH_2{=}CHCl$	G.	—18° „	—	—
Chloracetylen $C_2HCl = CH{\equiv}CCl$	„	selbst entz.	—	—
Propylchlorid C_3H_7Cl	Fl.	44° C.	0,915	0°
Propylbromid C_3H_7Br	„	70° „	1,354	19°
Propyljodid C_3H_7J	„	102° „	1,747	16°
Amylchlorid $C_5H_{11}Cl$	„	106° „	0,901	0°
Amyljodid $C_5H_{11}J$	„	155° „	0,543	„
Hexyljodid $C_6H_{13}J$	„	179° „	1,460	„
Caprylchlorid $C_8H_{17}Cl$	„	179° „	0,880	16°
Cetylchlorid $C_{16}H_{33}Cl$	„	289° „	0,841	12°
Cetyljodid $C_{16}H_{33}J$	Kr.	22° „	—	—
Myricylchlor. $C_{30}H_{64}Cl$	Am.	64° „	—	—
Allylchlorid $CH_2 . CH . CH_2Cl$	Fl.	46° „	0,954	0°
		Dichlor- etc. derivate		
Methylenchlorid CH_2Cl_2	Fl.	41° C.	1,377	0°
Methylenjodid CH_2J_2	Kr.	+ 4° „	3,342	5°
Aethylidenchlorid $CH_3 . CHCl_2$	Fl.	60° „	1,204	0°
Aethylen=Elaylchl. $CH_2Cl . CH_2Cl$	„	85° „	1,280	„
Dichloräthylen $CH_2 . CCl_2$	„	37° „	1,250	15°
Aethylenjodid $CH_2J . CH_2J$	Kr.	81° „	2,07	—
Acetylenchlorid $CHCl . CHCl$	Fl.	55° „	—	—
Allylendibromid $CH_3 . CBr . CHBr$	„	132° „	2,05	0°
Propylenjodid $CH_2J . CH_2 . CH_2J$	„	227° „	2,563	4°

der **Kohlenwasserstoffe.**

Aromatische Körper.

Name und Formel	Aggregatzustand	Siedep. Schmelzpunkt	Spec. Gew.	bei °C.
der **Kohlenwasserstoffe.**				
Chlorbenzol C_6H_5Cl . . .	Fl.	133° C.	1,128	0°
Brombenzol C_6H_5Br . . .	„	155° „	1,517	„
Jodbenzol C_6H_5J	„	185° „	1,833	15°
o. Chlortoluol C_7H_7Cl . . .	„	157° „	—	—
Bromtoluol C_7H_7Br . . .	„	182° „	1,401	18°
Jodtoluol C_7H_7J	„	205° „	1,697	20°
Benzylchlorid $C_6H_5 . CH_2Cl$.	„	183° „	1,107	14°
m. Chlorxylol C_8H_9Cl . . .	„	184° „	—	—
Bromxylol C_8H_9Br . . .	„	203° „	—	—
o. Tolylchlor. $C_6H_4 . CH_2Cl . CH_3$	„	198° „	—	—
m. Tolylbrom. $C_6H_4 . CH_3 . CH_2Br$	„	215° „	1,371	23°
Chlorcymol $C_{10}H_{13}Cl$ . . .	„	208° „	1,014	14°
Bromcymol $C_{10}H_{13}Br$ . . .	„	233° „	1,269	17°
Mesitylbromid $C_6H_3 . CH_3 . CH_3 . CH_2Br$ . .	Kr.	37,5° „	—	—
Cumylchlor. $C_6H_4 . CH_2Cl . C_3H_7$	Fl.	220° „	—	—
α-Phenyläthylchlorid $C_6H_5 . CHCl . CH_3$	„	194° „	—	—
Naphtalinchlorid $C_{10}H_7Cl$ . .	„	252° „	1,202	15°
der **Kohlenwasserstoffe.**				
o. Dichlorbenzol $C_6H_4Cl_2$ . . .	Fl.	179° C.	1,327	0°
Dibrombenzol $C_6H_4Br_2$ . . .	„	223° „	2,003	„
Dijodbenzol $C_6H_4J_2$ . . .	Kr.	94° „	—	—
Dibromtoluol $C_6H_3Br_2 . CH_3$.	„	27° „	—	—
Benzylidenchlor. $C_6H_5 . CHCl_2$	Fl.	212° „	1,245	16°
p. Chlorbenzylchl. $C_6H_4Cl . CH_2Cl$	Kr.	29° „	—	—
o. Tolylenbr. $C_6H_4 . CH_2Br . CH_2Br$	„	143° „	—	—
p. Tolylenjod. $C_6H_4 . CH_2J . CH_2J$	„	170° „	—	—
Allylbenzolbr. $C_6H_5 . C_3H_5Br_2$	„	66° „	—	—
Dichlornaphtalin $C_{10}H_6Cl_2$.	Fl.	281° „	—	—
Dichloranthracen $C_{14}H_8Cl_2$.	Kr.	209° „	—	—

Fettkörper.

Name und Formel	Aggregatzustand	Siedep. Schmelzpunkt	Spec. Gew.	bei °C.
		Trichlor-	**etc.**	**derivate**
Chloroform $CHCl_3$	Fl.	61,5° C.	1,526	0°
Bromoform $CHBr_3$	„	151° „	2,834	„
Jodoform CHJ_3	Kr.	119° „	—	—
Trichloräthan $C_2H_3Cl_3$	Fl.	115° „	1,422	0°
Trichloräthylen $CHCl:CCl_2$	„	88° „	—	—
Trichlorpropan $C_3H_5Cl_3 = CH_2Cl.CHCl.CH_2Cl$	„	158° „	1,41	0°
		Tetrachlor-	**etc.**	**derivate**
Chlorkohlenstoff CCl_4	Fl.	76° C.	1,631	0°
Bromkohlenstoff CBr_4	Kr.	92,5° „	—	—
a. Tetrachloräthan $CH_2Cl.CCl_3$	Fl.	135° „	1,611	0°
s. Tetrachloräthan $CHCl_2.CHCl_2$	„	147° „	1,625	„
Perbromäthylen $CBr_2:CBr_2$	Kr.	53° „	—	—
Tetrachlorpropan $C_3H_4Cl_4$	Fl.	153° „	1,470	13°
		Pentachlor-	**etc.**	**derivate**
Pentachloräthan C_2HCl_5	Fl.	159° C.	1,709	0°
Pentabromäthan C_2HBr_5	Kr.	54° „	—	—
Pentachlorpropan $C_3H_3Cl_5$	Fl.	194° „	—	—
Pentachlorbutylen $C_4H_3Cl_5$	„	185° „	—	—
		Hexachlor-	**etc.**	**derivate**
Perchloräthan C_2Cl_6	Kr.	185° C.	2,011	—
Perbromäthan C_2Br_6	„	zersetzen sich	—	—
Hexachlorbutan $C_4H_4Cl_6$	Fl.	147° C.	1,67	18°
Hexabromhexan $C_6H_8Br_6$	Kr.	77° „	—	—
		Chloradditionsproducte		
Benzolhexachlorid $C_6H_6Cl_6$	Kr.	157° C.	—	—
Chlorbenzolhexachl. $C_6H_5Cl.Cl_6$	„	256° „	—	—
Chlornaphtalintetrachlorür $C_{10}H_7Cl.Cl_4$	„	105° „	—	—

Aromatische Körper.

Name und Formel	Aggregatzustand	Siedep. Schmelzpunkt	Spec. Gew.	bei °C.
der Kohlenwasserstoffe.				
Trichlorbenzol $C_6H_3Cl_3$ . . .	Kr.	53° C.	—	—
Tribrombenzol $C_6H_3Br_3$ . . .	„	87° „	—	—
Trijodidbenzol $C_6H_3J_3$	„	76° „	—	—
Trichlortoluol $C_6H_2Cl_3 . CH_3$.	„	76° „	—	—
Phenylchloroform $C_6H_5 . CCl_3$.	Fl.	224° „	1,380	14°
Dichlorbenzylchlorid $C_6H_3Cl_2 . CH_2Cl$	„	241° „	—	—
der Kohlenwasserstoffe.				
Tetrachloridbenzol $C_6H_2Cl_4$ . .	Kr.	45° C.	—	—
Tetrabromidbenzol $C_6H_2Br_4$ . .	„	98,5° „	—	—
Tetrachlortoluol $C_6HCl_4 . CH_3$.	„	91° „	—	—
Chlorbenzoltrichl. $C_6H_4Cl . CCl_3$.	„	30° „	—	—
Dichlorbenzylidenchlorid $C_6H_3Cl_2 . CHCl_2$	Fl.	257° „	1,518	22°
Tetrabromxylol $C_6Br_4(CH_3)_2$ . .	Kr.	72° „	—	—
der Kohlenwasserstoffe.				
Pentachlorbenzol $CHCl_5$ . . .	Kr.	85° C.	—	—
Pentabrombenzol $CHBr_5$ . . .	„	260° „	—	—
Pentachlortoluol $C_6Cl_5 . CH_3$.	„	218° „	—	—
Tetrachlorbenzylchl. $C_6HCl_4 . CH_2Cl$	Fl.	296° „	1,634	25°
der Kohlenwasserstoffe.				
Perchlorbenzol C_6Cl_6	Kr.	226° C.	—	—
Perbrombenzol C_6Br_6	„	310° „	—	—
Pentachlorbenzylchl. $C_6Cl_5 . CH_2 . Cl$	„	103° „	—	—
Trichlorphenylchloroform $C_6H_2Cl_3 . CCl_3$	„	82° „	—	—
des Benzols etc.				
Dichlortoluolhexachlorid $C_7H_6Cl_2 . Cl_6 = (C_6H_3Cl_2 . CH_3)Cl_6$	Kr.	150° „	—	—
Dibromanthracentetrabromür $C_{14}H_8Br_2 . Br_4$	„	170° „	—	—

Hydroxylderivate der Kohlenwasserstoffe.

Es wäre anzunehmen, dass diese Halogenderivate sämmtlich reactionsfähig gemacht seien, dies ist aber nicht der Fall; die Halogensubstitutionsproducte der Fettkörper und die Halogensubstitutionsproducte der Seitenketten oder der Alcoholradicale der aromatischen Körper sind nur reactionsfähig, d. h. sie vermögen mit Wasser resp. einem modificirten Wasser wie Kalilauge K⁻O⁻H, Natronlauge Na⁻O⁻H, feuchtem Silberoxyd Ag O H schon in der Kälte Umsetzungen einzugehen, dass das Natrium resp. Kalium etc. mit dem Chlor in Verbindung tritt und der primäre Rest (O H)[1] Hydroxyl (einwerthig) dieser Wasserderivate mit den Kohlenwasserstoffresten (Radicalen) je nach dem Vorhandensein von 1 oder mehreren Halogenatomen eine Verbindung eingeht.

Die Halogensubstitutionsproducte im Kern des Benzols etc. zeichnen sich durch eine sehr grosse Beständigkeit gegen Kalilauge, Silberoxyd etc. aus, so dass auch selbst in der Siedhitze keine oder geringe Umsetzung stattfindet; wohl aber werden die gechlorten Hydroxyl-, Nitroverbindungen etc. leicht zersetzt.

Werden nun in den Kohlenwasserstoffen Wasserstoffatome durch Hydroxyl (OH) ersetzt, so werden Reihen von Körpern erhalten, welche als **Hydroxylderivate** oder **Alcohole** bezeichnet werden und zwar als **Fettalcohole** und **aromatische Alcohole**, richtiger **fett-aromatische Alcohole**, wenn in den Fettkörpern resp. Seitenketten die Hydroxyl(O H)ersetzung stattgefunden hat, während, wenn im Benzolkern oder Naphtalinkern vorhanden, die Alcohole als **Phenole (Kresole, Xylenole)** oder **Naphtole** und **Anthrole** etc. bezeichnet werden und sich von den eigentlichen Alcoholen dadurch unterscheiden, dass sie sich sowohl wie Alcohole als auch Säuren verhalten, mithin nicht neutral sind und auch keine Aldehyde und Säuren zu bilden vermögen wie die Fett- und fett-aromatischen Alcohole. z. B. Aethylalcohol, Benzylalcohol, sondern bei der Oxydation als Endproduct Essigsäure, Oxalsäure, Kohlensäure etc. liefern; also Aehnlichkeit mit den tertiären Alcoholen haben.

Die Phenole sind isomer mit den fett-aromatischen Alcoholen, zwischen beiden stehen noch die **Alcoholphenole** oder **Phenolene**, indem sie sowohl im Benzolkern als auch in der Seitenkette, daher im Alcoholradical, Hydroxyl enthalten, dahin gehört das **Saligenin** $C_6H_4\left\{\begin{matrix}CH_2.OH\\OH\end{matrix}\right.$ = Hydro-(Ortho-)oxybenzylalcohol, ein Spaltungsproduct des Salicin etc.

Die niederen Glieder der Fettalcohole bilden sich bei der Gährung von Zucker, sind also Gährungsproducte, die höheren finden sich in ätherischen Oelen, Wachsarten, Wallrath, Fetten; die fett-aromatischen Alcohole sind in ätherischen Oelen, Perubalsam, Storax fertig gebildet und werden künstlich durch Einwirkung der Halogenderivate der Kohlenwasserstoffe auf Natronlauge oder schmelzendes Kaliumoxyd etc. gewonnen.

Die Phenole finden sich nicht fertig gebildet in der Natur, sondern bilden sich erst bei der trocknen Destillation vieler organischer Stoffe, wie der Fossilien, Holz, Glycerin und den aromatischen Oxysäuren und treten auch im Harne der Pflanzenfresser und nach Naphtalingebrauch im Menschenharne auf.

Je nach dem nun in den Kohlenwasserstoffen ein oder mehrere Wasserstoffatome durch Hydroxylgruppen ersetzt werden, werden sich ein- oder mehrsäurige = atomige Alcohole oder Phenole bilden.

einsäurig:

$$\underbrace{CH_3.Cl}_{\text{Methylchlorür}} + \underbrace{Na.OH}_{\text{Natriumhydroxyd}} = NaCl + \underbrace{CH_3{}^{I}.OH}_{\text{Methylalcohol = Carbinol}}$$

$$\underbrace{C_6H_5.CH_2Cl}_{\text{Benzylbromid}} + NaOH = NaCl + \underbrace{C_6H_5.CH_2.OH}_{\text{Benzylalcohol}}$$

zweisäurig:

$$\underbrace{C_2H_4.Cl_2}_{\text{Elaylchlorid}} + 2\,NaOH = 2\,NaCl + \underbrace{C_2H_4{}^{II}\left\{\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right.}_{\text{Aethylalcohol = Glycol}}$$

$$\underbrace{C_6H_4Cl.OH}_{\text{Monochlorphenol}} + KOH = KCl + \underbrace{C_6H_4\left\{\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right.}_{\text{Dioxybenzol}}$$

dreisäurig:

$$\underbrace{C_3H_5Cl_3}_{\text{Propyltrichlorid}} + 3\,NaOH = 3\,NaCl + \underbrace{C_3H_5{}^{III}\left\{\begin{matrix}OH\\OH\\OH\end{matrix}\right.}_{\text{Glycerin}}$$

Eine analoge Zersetzung mit Kalilauge erleidet die Trichlorphenose und das Naphtalindichlordihydroxyl, Chloradditionsproduct des Benzols resp. Naphtalins — Seite 277 —:

$$\underbrace{C_6H_6 \, . \, H_3O_3Cl_3}_{\text{Benzoltrihydrattrichlorür}} + 3\,KOH = 3\,KCl + \underbrace{C_6H_6(OH)_6}_{\text{Phenose}}$$

$$\underbrace{C_{10}H_8 \, . \, H_2O_2Cl_2}_{\text{Naphtalindichlordihydroxyl}} + 2\,KOH = 2\,NaCl + \underbrace{C_{10}H_8(OH)_4}_{\text{Naphtenalcohol}}$$

(Die Phenose ist ein wie der Traubenzucker zusammengesetzter Körper, der einen süssen, nachher kratzenden Geschmack hat; über 100° C. erhitzt, verbreitet sie einen Caramelgeruch, ist aber nicht gährungsfähig.)

Die Alcohole sind neutrale, weder basisch noch sauer reagirende Verbindungen, bilden meist farblose, flüchtige, zuweilen brennbare Flüssigkeiten von Alcoholgeruch und berauschender Wirkung, einige sind dickflüssig und syrupartig wie Glycerin, wieder andere stellen feste krystallinische Verbindungen dar, z. B. Mannit, ein sechssäuriger Alcohol.

Von den **einatomigen Alcoholen** giebt es noch je nach der Stellung, welche das Chloratom in den Monochlorsubstitutionsproducten der Kohlenwasserstoffe vor der Zersetzung einnahm — Seite 277 —, primäre, secundäre und tertiäre Alcohole und zwar werden die primären als **Normalalcohole** bezeichnet, weil sie im Stande sind, wie die primären Isoalcohole, Aldehyde und Säuren zu bilden, während diese Eigenschaft den secundären und tertiären Alcoholen fehlt; die secundären Alcohole sind nur im Stande **Ketone** oder **Acetone** zu bilden, bei fortschreitender Oxydation zerfallen diese wie die tertiären Alcohole, welche auch nicht einmal Säuren zu bilden vermögen, in Säuren von geringerem Kohlenstoffgehalte. Dieses verschiedene Verhalten ergiebt sich aus der Stellung der Hydroxylgruppe.

Vertritt die Hydroxylgruppe (OH) den Wasserstoff an einem:

CH_3 Reste, so bleiben 2 oxydirbare H-Atome also — $\underbrace{CH_2}_{\text{primär}} . OH$

CH_2 Reste, so bleibt 1 oxydirbares H-Atom also = $\underbrace{CH \, . \, O}_{\text{secundär}}H$

CH Reste, so bleibt kein oxydirbares H-Atom also $\equiv \underbrace{C.OH}_{\text{tertiär}}$ übrig; es diene zur weiteren Erläuterung der Butylalcohol: C_4H_8O

$$\underbrace{CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2.OH}_{\text{Normaler Butylalcohol = Propylcarbinol}} \text{ g. } \underbrace{CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CHO}_{\text{Butylaldehyd}} \text{ u. } \underbrace{CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}COOH}_{\text{Buttersäure}}$$

$$\underbrace{CH{\lt}\begin{matrix}CH_3\\CH_3\\CH_2OH\end{matrix}}_{\text{Isobutylalcohol}} \text{ giebt } \underbrace{CH_3{-}CH{\lt}\begin{matrix}CH_3\\CHO\end{matrix}}_{\text{Isobutylaldehyd}} \text{ und } \underbrace{\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}{\gt}CH.COOH}_{\text{Isobuttersäure}}$$

$$\underbrace{CH_3{-}CH_2{-}CH(OH){-}CH_3}_{\text{Secundärer Butylalcohol}} \text{ giebt } \underbrace{CO{\lt}\begin{matrix}CH_3\\C_2H_5\end{matrix}}_{\text{Methyl-Aethylketon}} \text{ und } \underbrace{2\,CH_3{-}COOH}_{\text{2 Mol. Essigsäure}}$$

$$\underbrace{CH_3{-}C(OH){\lt}\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}}_{\text{Tertiärer Butylalcohol = Trimethylcarbinol}} = C(OH){\lt}\begin{matrix}CH_3\\CH_3\\CH_3\end{matrix} \text{ g. } \underbrace{CH_3{-}COOH}_{\text{Essigsäure}} \text{ u. } \underbrace{2\,HCOOH}_{\text{Ameisensäure}}$$

$$\underbrace{C_6H_5{-}.CH_2OH}_{\text{Phenylcarbinol = Benzylalcohol}} \text{ giebt } \underbrace{C_6H_5{-}.COH}_{\text{Benzaldehyd = Bittermandelöl}} \text{ und } \underbrace{C_6H_5{-}.COOH}_{\text{Benzoësäure = Phenylameisensäure}}$$

Isopropylalcohol = Dimethylcarbinol $CH_3{-}CH(OH){-}CH_3$ ist ein secundärer Alcohol und giebt bei der Oxydation zunächst **Aceton** = Dimethylketon $CH_3{-}CO{-}CH_3 = C_3H_6O$, bei weiterer Oxydation sollte sich Ameisensäure und Essigsäure bilden, erstere wird aber bei dem Processe in Kohlensäure umgesetzt.

Die **zweiatomigen Alcohole** oder **Glycole** enthalten zwei Hydroxylgruppen, also auch zwei typische Wasserstoffatome; auch hier können je nach der Stellung der (OH)Gruppe die Körper in primäre, secundäre und tertiäre eingetheilt werden.

Die primären Glycole geben bei der Oxydation zwei Säuren und zwar eine einbasische und eine zweibasische Säure:

$$\underbrace{C_2H_4(OH)_2}_{\substack{\text{Aethylglycol}\\ \text{Aethylenalcohol}}} + O_2 = \underbrace{CH_2(OH)COOH}_{\substack{\text{Glycolsäure}\\ \text{Oxyessigsäure}}} + O_2 = \underbrace{COOH.COOH}_{\substack{C_2H_2O_4\\ \text{Oxalsäure}}}$$

während also die secundären Glycole zwei Molecüle fetter Säuren geben, zerfallen die tertiären oder **Pinakone** wieder in die Ketone, aus denen sie gebildet sind.

Die **dreiatomigen Alcohole** oder **Glycerine** vermögen nur eine Säure zu bilden.

An die zweiatomigen Alcohole schliessen sich die zweiatomigen Phenole an, welche sich in ähnlicher Weise unterscheiden, wie bei den einatomigen Verbindungen erörtert wurde. Doch muss hervorgehoben werden, dass einige zweiatomige Phenole bei der Oxydation ein eigenthümliches Verhalten zeigen, indem sie sehr leicht 2 H-Atome abgeben und in Verbindungen übergehen, welche den Namen **Chinone** erhalten haben und ziemlich starke Oxydationsmittel sind, welche schwefliche Säure in Schwefelsäure verwandeln und aus Jodwasserstoffsäure Jod abscheiden.

$$\underbrace{C_6H_4(OH)_2}_{\text{Hydrochinon}} - 2H = \underbrace{C_6H_4O_2}_{\text{Chinon}}$$

Diese Reaction darf aber nicht dem Uebergange des Alcohols in Aldehyd analog aufgefasst werden, da der Charakter des Chinons von dem des Aldehyds verschieden ist; selbst auch nicht dem der Ketone sich anschliesst.

Die einatomigen **primären Fettalcohole** und **fett-aromatischen Alcohole** werden künstlich, meistens durch Einwirkung von Wasserstoff *in statu nascendi* aus den Aldehyden dargestellt:

$$\underbrace{CH_3.COH}_{\text{Acetaldehyd}} + H_2 = \underbrace{C_2H_5.OH}_{\text{Alcohol}}$$

$$\underbrace{C_6H_5.COH}_{\text{Benzaldehyd}} + H_2 = \underbrace{C_6H_5.CH_2.OH}_{\text{Benzylalcohol}}$$

oder durch Behandeln der Monochloride etc. mit essigsauren Salzen gewonnen, wobei sich gemischte Aether bilden, welche mittelst Kalilauge etc. in die Alcohole verwandelt werden.

a) $\underbrace{C_4H_9 . Cl}_{\text{Butylchlorid}} + \underbrace{CH_3 . CO_2K}_{\text{Kaliumacetat}} = KCl + \underbrace{CH_3CO_2 . C_4H_9}_{\text{Essigsäurebutyläther}}$

b) $\underbrace{CH_3 . CO_2 . C_4H_9} + KOH = CH_3 . CO_2K + \underbrace{C_4H_9 . OH}_{\text{Butylalcohol}}$

a) $\underbrace{C_6H_5 . CH_2Cl}_{\text{Benzylchlorid}} + \underbrace{CH_3 . CO_2K}_{\text{Kaliumacetat}} = KCl + \underbrace{CH_3 . CO_2 . CH_2 . C_6H_5}_{\text{Essigsäurebenzyläther}}$

b) $\underbrace{CH_3 . CO_2 . CH_2 . C_6H_5} + KOH = CH_3 . CO_2K + \underbrace{C_6H_5 . CH_2OH}_{\text{Benzylalcohol}}$

Die einatomigen **secundären Fettalcohole** und **fett-aromatischen Alcohole** bilden sich bei nascirender Wasserstoffaufnahme der Ketone mittelst Wasser und Natriumamalgam.

$$\underbrace{CH_3 . CO . CH_3}_{\text{Aceton = Dimethylketon}} + H_2 = \underbrace{CH_3 . CH . OH . CH_3}_{\text{Propylalcohol}}$$

$$\underbrace{C_6H_5 . CO . C_6H_5}_{\text{Diphenylketon = Benzophenon;}} + H_2 = \underbrace{C_6H_5 . CH . OH . C_6H_5}_{\text{Diphenylcarbinol = Benzhydrol}}$$

Endlich werden die einatomigen **tertiären Fettalcohole** und **fett-aromatischen Alcohole** und zwar die ersteren durch Einwirkung von Säurechloriden auf Zinkverbindungen einwerthiger Alcoholradicale — Zinkalkyle — und Behandlung mit Wasser dargestellt.

a) $\underbrace{CH_3 . CO . Cl}_{\text{Acetylchlorid}} + \underbrace{2 Zn(CH_3)_2}_{\text{Zinkmethyl}} = \underbrace{ZnCl CH_3}_{\text{Methylzinkchlorid}} + \underbrace{CH_3 . CO . (CH_3)_2 . ZnCH_3}_{\text{Zinkmethylpropyläther}}$

b) $\underbrace{CH_3 . CO(CH_3)_2 . ZnCH_3} + 2H_2O = Zn(OH)_2 + CH_4 + \underbrace{C(OH)(CH_3)_3}_{\text{Tertiärer Butylalcohol}}$

letztere durch Oxydation, d. h. Schmelzen mit Chromsäure, des Triphenylmethans und des homologen Diphenyltolylmethans = $(C_6H_5)_2 CH . C_6H_4 . CH_3$.

$$\underbrace{(C_6H_5)_3 CH}_{\text{Triphenylmethan}} + O = \underbrace{(C_6H_5)_3 . COH}_{\text{Triphenylcarbinol}}$$

resp. Diphenylphenylcarbinol, welche beiden Verbindungen zu den Anilinfarbstoffen, Rosolsäuren und Ptaleïnen in wichtigen Beziehungen stehen.

Hydroxylderivate der

(Bei den Krystallen bedeutet die erste Zahl den Schmelzpunkt,
erste Zahl das Festwerden,

Fettalcohole.

	Name und Formel	Aggregatzustand	Schmelzpunkt Siedepunkt °C	Spec. Gew.	bei °C
	Monohydroxylderivate.				
I.	Methylalcohol $CH_3 . OH$	Fl.	65	0,798	0°
	Aethylalcohol $C_2H_5 . OH$	"	—130,5/78,5	0,790	15°
C_3H_8O	Propylalcohol $C_3H_7 . OH$	"	98	0,806	"
C_3H_8O	Isopropylalcohol $CH_3 . CH(OH) . CH_3$	"	84	0,791	"
	Allylalcohol $C_3H_5(OH) = CH_2{=}CH{-}CH_2 . OH$	"	97	0,854	20°
$C_4H_{10}O$	Butylalcohol $C_4H_9 . OH$	"	117	0,824	15°
$C_4H_{10}O$	Isobutylalcohol $CH_3 . CH_2 . CH(OH) . CH_3$	"	108	0,800	18°
$C_4H_{10}O$	Trimethylcarbinol $CH_3 . C(OH) . (CH_3)_2$	Kr.	28/83	0,778	30°
$C_5H_{12}O$	Amylalcohol $C_5H_{12}O$	Fl.	137	0,829	0°
$C_5H_{12}O$	Propylmethylcarbinol $CH_3(CH_2)_2CH . OH . CH_3$	"	119	0,823	"
$C_5H_{12}O$	Isoamylalcohol = Gährungsamylalcohol $(CH_3)_2CH . CH_2 . CH_2OH$	"	132	0,823	"
$C_5H_{12}O$	Tertiärer Amylalcohol $(CH_3)_2COH . CH_2 . CH_3$	"	105	0,827	"
$C_6H_{14}O$	Hexylalcohol $CH_3(CH_2)_4 . CH_2 . OH$	"	158	—	—
$C_6H_{14}O$	Pinakotylalcohol $(CH_3)_3C . CH . OH . CH_3$	"	120,5	—	—
$C_6H_{14}O$	Diäthylmethylcarbinol $(C_2H_5)_2C(OH) . CH_3$	"	120	—	—
	Caprylalcohol $C_8H_{17} . OH$	"	192	—	—
	Cetylalcohol $C_{16}H_{33} . OH$	Kr.	49/340	—	—
	Cerylalcohol $C_{27}H_{55} . OH$	"	79	—	—
	Myricylalcohol $C_{30}H_{61} . OH$	"	85	—	—

Kohlenwasserstoffe.

die zweite den Siedepunkt. Bei den Flüssigkeiten bedeutet die
die zweite den Siedepunkt.)

Fett-aromatische Alcohole und Phenole etc.

Name und Formel	Aggregatzustand	Schmelzpunkt Siedepunkt °C.	Spec. Gew.	bei °C.
I. Alcohole = Carbinole. II. Phenole etc.				
I. Benzalcohol = Phenylcarb. $C_6H_5.CH_2.OH$	Fl.	204	1,051	14°
Benzhydrol = Diphenylcarb. $C_6H_5.CH.OH.C_6H_5$ . .	Kr.	68	—	—
Triphenylcarb. $(C_6H_5)_3C.(OH)$	„	157/360	—	—
Phenyläthyl = Tolylalcohol $C_6H_5.CH_2.CH_2.OH$ . .	Fl.	212	—	—
Phenylpropylal. $C_6H_5.C_3H_6.OH$	„	235	—	—
Zimmtalcohol=Phenylallylalc. $C_6H_5.CH:CH.CH_2.OH$.	Kr.	33/250	—	—
Cuminalc. = Isopropylbenzylcarb. $C_6H_4.C_3H_7.CH_2OH$.	Fl.	243	—	—
II. Phenol $C_6H_5.OH$ . . .	Kr.	42/183	1,084	0°
Kresole, Oxytoluole, Kressylalc. (C_7H_8O; $C_6H_4.OH.CH_3$): Ortho- 1. 2. . .	„	32/188	—	—
Meta- 1. 3. . .	Fl.	201	—	—
Para- 1. 4. . .	Kr.	36/199	—	—
Xylenole, Dimethylphenole ($C_8H_{10}O$; $C_6H_3.(CH_3)_2OH$): Ortho- 1. 2. 4 .	„	61/225	—	—
Meta- 1. 3. 4 .	Fl.	211	1,036	0°
Meta- 1. 3. 2 .	Kr.	74/212	—	—
Para- 1. 4. 2 .	„	75/211	—	—
Phlorol = Aethylphenol $C_6H_4.OH.C_2H_5$	Fl.	220	—	—
$C_9H_{12}O$: Mesitol . . $C_6H_2\{(CH_3)_3, OH\}$	Kr.	68/220	—	—
Pseudocumenol $C_6H_2\{(CH_3)_3, OH\}$	„	69/240	—	—
$C_{10}H_{14}O$ Cymophenole: Thymol . $C_6H_3\{C_3H_7, CH_3, OH\}$	Kr.	45/230	1,028	—
Carvol . $C_6H_3\{C_3H_7, CH_3, OH\}$	Fl.	225	0,958	15°
Carvacrol $C_6H_3\{C_3H_7, CH_3, OH\}$	„	233	—	—
α. Naphtol . . $C_{10}H_7.OH$	Kr.	95	—	—
β. Naphtol . . $C_{10}H_7.OH$	„	138	—	—
α. Anthrol . . $C_{14}H_9.OH$	„	250 zersetzt sich ohne Schmelzen	—	—
β. Anthrol . . $C_{14}H_9.OH$				
α. Phenanthrol . $C_{14}H_9.OH$	„	118	—	—

Fettalcohole.

Name und Formel	Aggregatzustand	Schmelzp. Siedep. °C.	Spec. Gew.	bei °C.
Dihydroxylderivate.				
I. Aethylenglycol $C_2H_6O_2$ = $CH_2(OH).CH_2(OH)$	Fl.	197	1,125	0°
Propylenglycol $C_3H_8O_2$ = $CH_2(OH)CH_2.CH_2(OH)$ . .	„	216	—	—
Isopropylenglycol $C_3H_8O_2$ = $CH_3.CH(OH).CH_2(OH)$ . .	„	186	—	—
$C_4H_{10}O_2$ 1. Butylenglycol $CH_3.CH(OH)CH_2.CH_2(OH)$	„	204	—	—
$C_4H_{10}O_2$ 2. Butylenglycol $(CH_3)_2.C(OH).CH_2(OH)$.	„	184	1,048	0°
Butenglycol $C_4H_6(OH)_2$	„	200	—	—
Amylenglycol $C_5H_{12}O_2$ = $(CH_3)_2.C(OH).CH(OH).CH_3$	„	177	0,987	0°
Hexylenglycol = Pinakon $C_6H_{14}O_2$ = $(CH_3)_2C.(OH).(CH_3)_2C.(OH)$.	„	38/171	—	—
Diallylglycol $C_6H_{14}O_2$ = $CH_3.CH(OH).CH_2.CH(OH).CH_3$	Fl.	215	0,964	0°
Trihydroxylderivate.				
I. Glycerin = Propenylalc. $C_3H_5(OH)_3$ = $CH_2(OH).CH(OH).CH_2(OH)$	Fl. / Kr.	290 / +17/290	1,267 / 1,262	15° / 0°
Butylglyc. = Butenylalc. $C_4H_7(OH)_3$ = $CH_3.CH(OH)CH(OH).CH_2(OH)$	Fl.	125 bei 27 mm Druck	—	—
Amylglyc. = Pentenylalc. $C_5H_9(OH)_3$	„	—	—	—
Tetrahydroxyl-				
Erythrite = Butinalc. $C_4H_6(OH)_4$ = $CH_2(OH).CH(OH).CH(OH)CH_2(OH)$	Kr.	—	—	—
Hexahydroxyl-				
α. Mannit = Hexonalc. $C_6H_8(OH)_6$	Kr.	—	—	—
β. Dulcit = Hexonalc. $C_6H_8(OH)_6$	„	—	—	—

An die Penta- (Quercit und Pinit $C_6H_7(OH)_5$) und Hexahydroxyl-
Sacharosen, Glycosen

Fett-aromatische Alcohole und Phenole etc.

Name und Formel	Aggregatzustand	Schmelzp. Siedep. °C.	Spec. Gew.	bei °C.
I. **Glycole.** II. **Phenole.**				
I. Benzylenglycol $C_6H_5 . CH (OH)_2$				
Tolylenglycol: Hydrobenzoin $C_{14}H_{14}O_2 = C_6H_5CH(OH).CH(OH)C_6H_5$	Kr.	134	—	—
Tolylenglycol: Isohydrobenzoin $C_6H_5 . CH_2 . C(OH)_2 C_6H_5$	„	119,5	—	—
Benzpinakon $C_{14}H_{12}O_2 = (C_6H_5)_2 COH . OHC(C_6H_5)_2$ . .	„	185	—	—
Tolylenalc. $C_6H_4(CH_2 . OH)_2$ (1. 4)	„	113	—	—
Phtalylalc. $C_6H_4(CH_2 . OH)_2$ (1. 2)	„	60	—	—
Sterolenalcohol = Phenylglycol $C_6H_5 . CH(OH)CH_2 . OH$ . . .	„	68	—	—
II. $C_6H_4(OH)_2$ Brenzcatechin (1. 2) .	„	104/245	Dioxy-Benzole	—
$C_6H_4(OH)_2$ Resorcin (1. 3) . .	„	118/276	Dioxy-Benzole	—
$C_6H_4(OH)_2$ Hydrochinon (1. 4) .	„	169	Dioxy-Benzole	—
$C_6H_3(CH_3).(OH)_2$ Orcin (1. 3. 5) .	„	86/290	Dioxy-Toluole	—
$C_6H_3(CH_3).(OH)_2$ Isorcin (1. 2. 4) .	„	95/270	Dioxy-Toluole	—
$C_6H_3(CH_3).(OH)_2$ Homopyrocatech.	Fl.	—	Dioxy-Toluole	—
α. Hydronapthochinon $C_{10}H_8O_2 = C_{10}H_6(OH)_2$ (1. 4)	Kr.	173	Dioxy-naphtaline	—
β. Hydronaphtoch. $C_{10}H_6(OH)_2$ (1. 3)	„	69	Dioxy-naphtaline	—
I. **Glycerine.** II. **Phenole.**				
$C_6H_3(OH)_3$: II. Pyrogallussäure = Pyrogallol $C_6H_3(OH_3)$ (1. 2. 4) .	Kr.	115/210	Trioxy-benzole	—
$C_6H_3(OH)_3$: Phloroglucin (1. 3. 5) . . .	„	210	Trioxy-benzole	—
$C_6H_3(OH)_3$: Oxyhydrochinon (1. 2. 4.) . .	„	133	Trioxy-benzole	—
derivate.				
Tetraoxybenzol $C_6H_2(OH)_4$ . .	Kr.	—	—	—
Naphtenalcohol $C_{10}H_8(OH_4)$ . .	„	—	—	—
derivate.				
Phenose $C_6H_6(OH)_6$	Kr.	—	—	—

derivate der Fettkörper schliessen sich die **Kohlenhydrate:** und Amylosen.

Methylalcohol CH_3OH. **Holzgeist, Holzalcohol.** In den trocknen Destillationsproducten des Holzes — Holzessig —; in denen der Steinkohle noch nicht sicher nachgewiesen. Das Wort „Methyl" ist abgeleitet von: *μέϑυ*, Wein und *ὕλη*, Gehölz. Ist in den Früchten einiger Umbelliferen: Anthriscus, Pastinaca, Heracleum und als Salicylsäuremethyläther im Wintergreen oil enthalten. Siedepunkt 65° C.; spec. Gew. = 0,769 bei 15°. Wird gegenwärtig von den Steuerbehörden benutzt, um den für die Technik und für chemische Fabriken bestimmten Weingeist behufs Steuerbefreiung zu denaturiren. Dient ferner zum Brennen und zur Bereitung von Firnissen etc.

Aethylalcohol $C_2H_5.OH$. **Alcohol** par excellence, **Weingeist. Spiritus.** Neben Methylalcohol im Holzessig. Von einigen wird das Vorkommen im Steinkohlentheer bezweifelt. Specifisches Gewicht = 0,789 bei 20° C.; Siedepunkt = 78,5, wird bei — 90° C. dickflüssig und bei — 130,5° fest. Der absolute Alcohol wirkt wasserentziehend.

Propylalcohol $C_3H_7.OH$, **Isobutylalcohol** $C_4H_9.OH$ (Gährungsalcohol) und **Amylalcohol** $C_5H_{11}.OH$ sind Gährungsproducte, welche neben Aethylalcohol in geringer Menge bei der geistigen Gährung gewisser zuckerhaltiger Flüssigkeiten entstehen. Sie ertheilen dem Spiritus aus Runkelrübenmelasse, dann dem Kartoffel- und Kornbranntwein einen widerlichen unangenehmen Geruch und Geschmack und werden zusammen mit dem Namen **Fuselöle** bezeichnet; wozu noch der **Gährungshexylalcohol** oder **Caproylalcohol** $C_6H_{13}OH$, der sich im Fuselöle der Weintrester findet, kommt.

Cetylalcohol oder **Aethal** $C_{16}H_{33}.OH$ bildet als Palmitinsäurecetylester den Hauptbestandtheil des Wallrates; wie der **Cerylalcohol** oder **Cerotin** $C_{27}H_{55}.OH$, als Cerotinsäureester den des chinesischen Wassers und der **Melissyl-** oder **Myricylalcohol** $C_{30}H_{61}.OH$ als Palmitinsäureester den des Bienenwachses bildet.

Von den einwerthigen Alcoholen der ungesättigten Kohlenwasserstoffe ist noch der **Allylalcohol** $C_3H_5(OH)$: $CH_2{=}CH{-}CH_2.OH$ zu erwähnen, welcher sich unter den Producten der trockenen Destillation des Holzes findet.

Die fett-aromatischen Alcohole finden sich als Ester in Harzen und ätherischen Oelen, so der **Benzylalcohol** $C_7H_8O = C_6H_5.CH_2.OH$ als Benzoësäure und Zimmtsäure, Benzyläther im Perubalsam, Tolubalsam und Storax; der **Cumin-** oder **Cymylalcohol** $C_{10}H_{14}O = C_6H_4.C_3H_7.CH_2.OH$ im römischen Kümmelöl und der **Zimmtalcohol** oder **Styrylalcohol** $C_9H_{10}O = C_6H_5.CH:CH.CH_2(OH)$ im Zimmtöle und Storax etc.

Bestandtheile der ätherischen Oele machen auch noch aus die **Cymophenole** = **Thymol**; **Carvol** und **Carvacrol.**

Da die Glycole kein praktisches Interesse haben, so mögen direct die Eigenschaften des dreiwerthigen Alcoholes folgen:

Glycerin.

$C_3H_5(OH)_3$. $CH_2(OH).CH.(OH).CH_2(OH)$.

Glycerylalcohol; **Propenylalcohol**; **Oelsüss**; **Scheel'sches Süss**; **Principium dulce oleorum** ist 1778 von Scheele beim Bleipflasterkochen entdeckt worden und von Chevreul, Pelouze, Bertholet näher untersucht. Kommt in der Natur als solches im freien Zustande nicht vor, sondern nur in Verbindung mit Fettsäuren als Ester in den Fetten des Pflanzen- und Thierreichs und kann aus diesen durch Behandeln mit Bleioxyd, Kali, Kalk etc. abgeschieden werden, wobei die Fettsäuren mit den Basen zu **Seifen, Pflaster** sich vereinigen, während das Glycerin frei wird. Gegenwärtig wird das Glycerin im Grossen als Nebenproduct bei der Bereitung von Stearinsäure in Fabriken gewonnen. In geringer Menge bildet sich Glycerin bei der geistigen Gährung des Zuckers — 100 Theile Zucker liefern 2,5—3,6 Th. Glycerin — und ist daher in allen gegohrenen alcoholhaltigen Getränken, im Wein und Bier enthalten. 1 Liter reiner Wein enthält 6—8 Grm. Glycerin. Das wasserfreie Glycerin ist farblos, syrupdick und bildet nur unter gewissen Umständen grosse, harte, dem Kandiszucker ähnliche Krystalle. Unlöslich in Aether und Chloroform. Spec. Gew. 1,280; siedet bei 290° C. unter theilweiser Zersetzung; bei 150° C. entzündet es sich und verbrennt mit Hülfe eines Dochtes mit bläulicher, schwach leuchtender Flamme vollständig geruchlos. Mit wasserentziehenden Substanzen wie Schwefelsäure, Phosphorsäure-

anhydrid etc., zersetzt es sich unter Entwicklung höchst stechender, übelriechender Dämpfe von **Acrolein** oder Acrol C_3H_4O oder $CH_2=CH-CHO$. Unter Wasserstoffentwicklung wird Glycerin durch schmelzendes Aetzkali in essigsaures und ameisensaures Kalium zerlegt. Mit Chlorcalcium der Destillation unterworfen, bildet sich neben Phenol $C_6H_5.OH$ **Glycerinäther** $(C_3H_5)_2O_3$, eine bei 172° C. siedende Flüssigkeit.

Das Glycerin geht durch Anwesenheit gewisser Spaltpilze — Schizomyceten — in Gährung über, so erzeugt Bacillus subtilis hauptsächlich Aethylalcohol und Buttersäure, während ein anderer die Bildung von Propylalcohol, Butylalcohol und Capronsäure verursacht.

Von den zahlreichen Umwandlungsproducten oder Derivaten des Glycerins wird weiter unten die Rede sein.

Unter den Hydroxylderivaten bietet mit das grösste Interesse das einwerthige

Phenol.

C_6H_6O. $C_6H_5.OH$.

Phenylalcohol; Phenylhydrat; Phenylsäure; Phenige Säure; Carbolsäure; Benzophenol. Von Runge 1834 aus dem Steinkohlentheer gewonnen und Carbolsäure genannt, aber erst von Laurent näher untersucht und Phenylhydrat oder Phensäure bezeichnet. Das Wort ist abgeleitet von φαίνω, ich scheine.

Das Phenol, von charakteristischem, kreosotähnlichen, durchdringenden Geruche, findet sich fertig gebildet im Bibergeil und im Harn der Herbivoren, in den menschlichen Excrementen zuweilen im Menschenharn als Phenylschwefelsäure, ist in allen Fossiltheeren, namentlich Steinkohlentheer, Holz- und Knochentheeren enthalten und wird aus den Theeren ausschliesslich dargestellt. Es entsteht aber auch beim Durchleiten von Alcohol oder Essigsäure durch glühende Röhren und beim Er-

$$\underbrace{C_7H_6O_3 = C_6H_4(OH)CO_2H}_{\text{Salicylsäure}} = CO_2 + \underbrace{C_6H_5.OH}_{\text{Carbolsäure}}$$

hitzen von Salicylsäure mit Kalk, ferner beim Destilliren von Glycerin mit Chlorcalcium. Im reinen Zustande bildet es lange, weisse Krystallnadeln, welche sich an der Luft nicht färben und welche bei 42,2° C. zu einer klaren farblosen Flüssigkeit schmel-

zen und bei 183° C. sieden; findet Rothfärbung statt, so rührt dies von einer Verunreinigung durch Kresol und Rosolsäure her, welche Verbindungen ebenso wie geringe Mengen Wasser, Naphtalin etc., den Schmelzpunkt ganz bedeutend herabdrücken, und es gehören nur wenige Tropfen Wasser dazu, um eine grosse Menge Phenol zu verflüssigen. Das specifische Gewicht ist bei

0° C. = 1,0840	50° C. = 1,0466
15° C. = 1,0660	100° C. = 1,00116

Trotz der Zerfliesslichkeit des Phenols, welches also schwerer als Wasser, ist es in Wasser nicht sehr leicht löslich, bei 16—17° C. ist es in 15 Theilen Wasser löslich, gewöhnlich wird aber angenommen, dass es sich in 20 Theilen Wasser löst; gegen 80° nimmt die Löslichkeit schnell zu und bei 84° sind beide Flüssigkeiten in jedem Verhältnisse mischbar. Die wässrige Lösung röthet Lackmusfarbstoff nicht. In Alcohol, Aether, Benzol, Chloroform, Eisessig, Glycerin und fetten Oelen ist es in allen Verhältnissen löslich; in Petroleumessenz = Ligroin ist es nur wenig löslich. Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Benzol entziehen der wässrigen Lösung das Phenol. In einer offnen Schale verdampft es langsam, rasch bei 100° C.; sein Dampf brennt mit leuchtender, russender Flamme.

Wird Phenol durch glühende Röhren geleitet, so geht es in Benzol, Toluol, Xylol, Naphtalin, Anthracen und Phenanthren über, mit Zinkstaub destillirt entsteht hauptsächlich Benzol.

Schmelzendes Aetznatron (6 Th.) verwandelt Phenol (1 Th.) in die Di- und Trihydroxyde der Benzole, also in die zwei- und dreiwerthigen = atomigen Phenole: Brenzcatechin, Resorcin und Phloroglucin, während durch schmelzendes Aetzkali besonders α- und β-Diphenole neben Salicylsäure und Meta-Oxybenzoësäure entstehen.

Kalium und Natrium lösen sich unter Wasserstoffentwicklung im Phenol auf, geben Phenolkalium und Phenolnatrium $C_6H_5.OK$ resp. $C_6H_5.ONa$; wird in eine solche Auflösung Kohlensäure eingeleitet, so bildet sich salicylsaures Natrium. Wird Phenol mit Schwefelsäure und Oxalsäure

erhitzt, so entsteht bei gleichzeitiger Bildung von Ameisensäure **Para-Rosolsäure** = **Aurin** = $C.(C_6H_4.OH)_2.C_6H_4.O$

$$3\,C_6H_5.OH + C_2H_2O_4 = 2\,H_2O + H.COOH + C_{19}H_{14}O_3$$

Das Phenol giebt äusserst charakteristische und empfindliche Reactionen, deren Empfindlichkeitsgrenzen in Klammern beigefügt sind.

Blaufärbung mit Ammoniac und Chlorkalk ($^1/_{3000}$); *Violette Färbung* mit Eisenchlorid ($^1/_{2000}$); *Gelbfärbung* mit heisser Salpetersäure ($^1/_{6000}$); *Gelbliche Färbung* mit Bromwasser ($^1/_{15500}$); *Braune Färbung* mit Kaliumdichromat.

Ausser der gelben Färbung des Phenols mit Bromwasser entsteht auch ein charakteristischer, flockiger, weisser Niederschlag von **Tribromphenol** $C_6H_3Br_3O$, selbst eine nur $^1/_{60000}$ Th. Phenol enthaltende Lösung scheidet noch nach 24 Stunden Krystalle ab. Eine sehr schöne Reaction auf alle Phenole ist die von Liebermann angegebene: Phenole zu einer salpetrige Säure enthaltenden Schwefelsäure gesetzt, geben eine braune, dann grüne, zuletzt königsblaue Mischung, welche eine prachtvolle blaue Lösung in Alcalien giebt. Es sei noch erwähnt, dass ein mit Salzsäure befeuchteter Fichtenspan mit Phenol zusammengebracht sich purpurroth und am Sonnenlichte blau färbt.

Das Phenol geht mit animalischen Substanzen Verbindungen ein und coagulirt namentlich das Eiweiss, auch Leim, worauf seine fäulnisswidrige, antiseptische Eigenschaft und grossartige Anwendung als Desinfections- und Imprägnirungsmittel beruht. Die Carbolsäure tödtet die Keime niedriger Organismen und verhindert die Entwicklung der Fäulniss- und Gährungsfermente, ist sehr giftig, wirkt ätzend und erzeugt concentrirt weisse Blasen auf der Haut. Um die rohe Carbolsäure transportfähiger und für Desinfectionszwecke etc. geeigneter zu machen, so werden Sägespäne, Mergel, Gyps, Infusorienerde, Korkabfälle etc. damit getränkt und als **Phenolith** in den Handel gebracht. Die Wirkung der Salpetersäure, Schwefelsäure etc. auf Phenol wird später besprochen, denn die Wasserstoffatome der Hydroxylgruppe sind durch Metalle, Alcohol- und Säureradicale zu vertreten. Grosse Mengen von Phenol werden auf Salicylsäure und

verschiedene Farbstoffe verarbeitet, unter denen die Pikrinsäure und einige Azofarbstoffe die wichtigsten sind; überhaupt sind Phenolfarbstoffe: Rosolsäure, Corallin, Paeonin, Azulin, Aurin, Eosin = Fluorescein, Phenylgelb und Phenylbraun.

Kresole.

$$C_7H_8O = C_6H_4(CH_3)OH.$$

Oxytoluole; Kresylalcohole; Kresylsäure; Cresylol; Kresylhydrat. Als ein einfacher Körper von Städeler 1851 im Harn nachgewiesen, von Williamson und Fairlie 1854 im Steinkohlentheer gefunden und von Barth erst später als ein Gemisch dreier isomerer Körper erkannt, welche sich in den zwischen 192—203° C. siedenden Antheilen des Steinkohlentheeres finden. Durch fractionirte Destillation das Gemisch einfach zu trennen, gelingt nicht; daher kommt dieses als käufliche, phenolartig riechende Cresylsäure in den Handel und zwar als eine farblose, lichtbrechende Flüssigkeit von 1,044 spec. Gewichte, ist noch bei — 18° C. flüssig und viel weniger in Wasser und Alkalien löslich als die Carbolsäure, besitzt aber noch stärkere antiseptische Eigenschaften als diese und findet daher auch eine ausgedehnte Anwendung als Desinfectionsmittel und zum Imprägniren von Eisenbahnschwellen. Die Löslichkeit in Alcohol, Aether etc. verhält sich wie bei der Carbolsäure, nur ist Kresol in Ligroin leichter löslich.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen Carbolsäure und Kresylsäure ist noch der, dass letztere weder im reinen Zustande noch im hydratischen durch Kältemischungen zum Erstarren gebracht werden kann, während dies bei der Carbolsäure leicht ausführbar ist.

Die Kresylsäure giebt mit Eisenchlorid eine gleiche Reaction wie die Carbolsäure und mit Brom Tribromkresol $C_6HBr_3(CH_3)(OH)$, nur ist die Verbindung bei gewöhnlicher Temperatur flüssig. Während die Carbolsäure beim Schmelzen mit Aetzkali Diphenole lieferte, bilden sich aus

o-Kresol (Kr. 42/182)	Salicylsäure
m-Kresol (Fl. 201)	m-Oxybenzoësäure
p-Kresol (Kr. 36/199)	p-Oxybenzoësäure.

Beim Kochen mit Natronlauge und Chloroform entstehen aus Phenol Salicylaldehyd (Siedep. 190) und Oxybenzaldehyd (Schmelzp. 116), während aus den Kresolen die entsprechenden o-, m-, p-Homosalicyl- und o-, m-, p-Oxybenzaldehyde entstehen.

Salicylaldehyd $C_6H_4 . COH_{(1)} OH_{(2)}$;

o-Homosalicylaldehyd $C_6H_3 OH_{(1)} (CH_3)_{(2)} CHO_{(6)}$.

Oxybenzaldehyd $C_6H_4 . COH_{(1)} OH_{(4)}$;

o-Homooxybenzaldehyd $C_6H_3 OH_{(1)} (CH_3)_{(2)} CHO_{(4)}$

welche Körper zur Darstellung von Salicylaldehydgrün dienen.

Xylenole. $C_8H_{10}O$. $C_6H_3(CH_3)_2(OH)$.

Xenole. Finden sich sowohl im Steinkohlen- als auch Buchenholztheer, und ist das sogenannte **Phlorol** im letzteren wohl nur ein Gemisch von den bekannten 4 Xylenolen.

Die höheren Phenole von der Formel $C_9H_{11}OH$ — **Mesitol** und **Pseudocumenol** und $C_{10}H_{13}.OH$ **Thymol** etc. sind in der Tabelle — Seite 289 — angeführt.

Die zweiwerthigen Phenole — **Oxyphenole = Dioxybenzole** und **Toluole** — Brenzcatechin, Resorcin, Hydrochinon, Homopyrocatechin sind im Steinkohlentheer noch nicht nachgewiesen, während sie im Holztheer als Methylester, namentlich von Brenzcatechin und Homobrenzcatechin, eine Hauptrolle spielen und stellt ersterer das **Guajacol** $C_7H_8O_2 = C_6H_4.OCH_3.OH$ und letzterer das **Kreosol** $C_8H_{10}O_2 = C_6H$ $CH_3.OCH_3.OH$ dar, welche beiden die Hauptbestandtheile des Buchenholz-**Kreosotes** ausmachen.

Von Werth für die Farbindustrie ist das von Wöhler 1844 dargestellte **Hydrochinon** $C_6H_4(OH)_2$, welches in 17 Thln. Wasser und leicht in Alcohol und Aether, schwerer in Benzol löslich ist und farblose bei 169° C. schmelzende Prismen bildet, die durch Oxydation in **Chinon** $C_6H_4O_2$ übergehen. Das Chinon stellt goldgelbe Nadeln dar, die einen durchdringenden jodähnlichen Geruch besitzen und dessen stark oxydirende Wirkung bereits — Seite 286 — angegeben ist.

Die Chinone können aber auch direct durch Oxydation aus Kohlenwasserstoffen gewonnen werden, so liefert Naphtalin **Naphtochinon** $C_{10}H_6O_2$; leicht gelingt durch gleichzeitig oxy-

dirende und chlorirende Mittel, wie des Chromoxychlorides CrO_2Cl_2, die Ueberführung in gechlorte Chinone, z. B. Benzol in **Dichlorchinon**; Toluol in **Trichlorchinon**; Naphtalin in **Dichlornaphtochinon.**

Der Nomenclatur nach müssten die Anthrachinone hierher gerechnet werden, diese werden aber nicht mehr als Chinone aufgefasst, sondern als Doppelketone, also **Anthrachinon** $C_{14}H_8O_2$ = **Diphenylendiketon** $C_6H_4 . C_2O_2 . C_6H_4$.

Die **Dioxynaphtaline** = Dihydronaphtochinone $C_{10}H_6(OH)_2$ und die **Dioxyanthracene** $C_{14}H_8(OH)_2$ sind noch wenig untersucht.

Von den dreiwerthigen Phenolen hat nur das **Pyrogallol** oder die **Pyrogallussäure** $C_6H_3(OH)_3$ 1. 2. 4. eine technische Verwendung in der Photographie und Cosmetik, des Preises wegen weniger in der Färberei gefunden, welche schon 1786 von Scheele bei der Destillation der Gallussäure und Galläpfelgerbsäure erhalten wurde.

Das Pyrogallol bildet weisse glänzende, bei 115° C. schmelzende Nadeln, welche leicht in Wasser, Alcohol und Aether löslich sind. Die wässrige Lösung absorbirt in Gegenwart von Alcali sehr leicht Sauerstoff und färbt sich dabei schwarz. Diese Reaction wird zur quantitativen Sauerstoffbestimmung benutzt. Die Säure reducirt sehr leicht Gold-, Silber-, Quecksilbersalz unter Spaltung in Essigsäure und Oxalsäure und färbt sich mit Eisenoxydulsalzen indigoblau, Oxydsalzen tiefgrün und Eisenchlorid roth. Jod wirkt auf Pyrogallol nicht ein. Die Säure ist sehr giftig.

Hydrocarbonyl- und Carboxylderivate der Kohlenwasserstoffe.

Aus den Alcoholen lassen sich zahlreiche andere Kohlenstoffverbindungen ableiten und durch Einwirkung verschiedener chemischer Agentien darstellen. Zu den wichtigsten Alcoholderivaten gehören die Aldehyde, Ketone, Säuren und Aether.

Wirken auf primäre Alcohole oxydirende Körper wie Braunstein und Schwefelsäure oder Kaliumbichromate und Schwefelsäure, so treten aus dem Alcoholmolecül und zwar aus der **Carbinolgruppe** $\underbrace{CH_2(OH)}$ zwei Wasserstoffatome aus, ohne dass ein anderer Körper in ihre Stelle tritt, $\underbrace{COH}$ = **Aldehyd-**

gruppe, Hydrocarbonyl; derartig construirte Körper werden **Aldehyde**, von Alcohol dehydrogenatus, entwasserstoffter Alcohol genannt und sind intermediäre Producte zwischen primären Alcoholen und einbasischen entsprechenden Säuren.

$$\underbrace{CH_3.CH_2(OH)}_{\text{Aethylalcohol}} + O = H_2O + \underbrace{CH_3.COH}_{\text{Aethylaldehyd}}$$

$$\underbrace{C_6H_5.CH_2(OH)}_{\text{Benzalcohol}} + O = H_2O + \underbrace{C_6H_5.COH}_{\text{Benzaldehyd = Bittermandelöl}}$$

Die secundären Alcohole, welche die Hydroxylgruppe an einem in der Mitte der Kette liegenden Kohlenstoffatom haben, also die Gruppe CH(OH) enthalten, geben bei der Oxydation noch zwei Wasserstoffatome ab und es hinterbleibt die zweiwerthige Gruppe CO^{II} = **Carboxyl-** oder **Ketongruppe**, mitunter **Carbonylgruppe** bezeichnet, welche zwei einwerthige Alcoholradicale zu vereinigen vermag und deren Verbindungen **Ketone** oder **Acetone** heissen.

$$\underbrace{(CH_3)_2.CH.(OH)}_{C_3H_8O} \text{ oder}$$

$$\underbrace{CH_3.CH(OH).CH_3}_{\text{Isopropylalc. = Dimethylcarb.}} + O = H_2O + \underbrace{CH_3.CO.CH_3}_{\text{Dimethylketon = Aceton}} = C_3H_6O$$

Die tertiären Alcohole können keine Oxy-Glieder oder Säuren ohne Spaltung bilden — Seite 284 —. Es können auch Aldehyde und Ketone aufgefasst werden als beide Carbonyl enthaltend, welches in den Aldehyden mit einem Alcoholradical und einem Wasserstoffatom, in den Ketonen mit zwei Alcoholradicalen verbunden ist.

$$\underbrace{CH_3.CO.H}_{\text{Aldehyd}} \qquad \underbrace{CH_3.CO.CH_3}_{\text{Aceton = Keton}}$$

Die Aldehyde werden, wie bereits angegeben, durch mässige Oxydation der primären Alcohole dargestellt, einige können sich auch bilden beim Ueberleiten von Alcoholdämpfen mit Luft über glühenden Platinmohr und bei der Oxydation von Eiweissstoffen. Die Aldehyde sind in den niederen Gliedern farblose, neutrale, flüchtige Flüssigkeiten, in Wasser löslich; in den höheren Gliedern fest, in Wasser unlöslich und nicht mehr unzersetzt flüchtig. Sie haben sämmtlich eigen-

artige Gerüche und das Bestreben, durch Sauerstoffaufnahme in Säuren überzugehen; deshalb wirken sie auch kräftig reducirend auf Metalloxyde, namentlich Gold, Silber, Quecksilber. Durch Wasserstoff *in statu nascendi* werden sie in die primären Alcohole zurückgeführt, gehen mit Ammoniac und sauren schwefelsauren Alkalien krystallisirbare Verbindungen ein und manche haben die bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit, durch Condensation leicht zu polymerisiren, z. B. Formaldehyd.

In der Klasse der aromatischen Verbindungen treten die Aldehyde als Bestandtheile gewisser ätherischer Oele auf, als **Cuminaldehyd, Salicylaldehyd, Zimmtaldehyd.**

Das wichtigste Chlorsubstitutionsproduct des **Aethylaldehydes**, welcher eine farblose, leicht bewegliche und brennbare Flüssigkeit von eigenthümlichem, erstickendem Geruche ist und schon bei 21,8° C. siedet, ist **Trichloraldehyd** oder **Chloral** $CCl_3 . COH$. Dieser Körper, welcher durch Einwirkung von Chlor auf Alcohol und Destilliren des Productes mit Schwefelsäure erhalten wird, ist eine ölige scharfriechende Flüssigkeit — specifisches Gewicht = 1,540 —, Siedepunkt 95° C., welche mit wenig Wasser in das bekannte **Chloralhydrat** $CCl_3 . CH(OH)_2$ übergeht. Es bildet grosse bei 57° C. schmelzende Krystalle, welche höher erhitzt in Chloral und Wasser dissociiren.

Die **Ketone** oder **Acetone**, ferner die **Phenylketone** oder **Phenone** werden durch trockne Destillation der Kalk-, Baryt-, Natronsalze etc. der Fettsäuren als auch der fett-aromatischen Säuren erhalten, ist aber ein ameisensaures Salz dabei, so entstehen Aldehyde. Die Ketone bilden meist flüchtige aromatisch riechende, in Wasser meist unlösliche Flüssigkeiten, die keine amoniacalische Silberlösung reduciren und bei weiterer Oxydation sich spalten und Säuren mit niederem Kohlenstoffgehalte geben.

Bei Einwirkung von Wasserstoff *in statu nascendi* gehen sie wieder in secundäre Alcohole über. Der Hauptrepräsentant ist das **Aceton** = C_3H_6O = $CH_3 . CO . CH_3$, welches sich in den trocknen Destillationsproducten des Holzes und des Torfes, ferner des Zuckers, der Weinsäure etc. findet. Es ist eine farblose, nicht unangenehm riechende, eigenthümliche Flüssigkeit von 0,792 specifischem Gewichte, bei 56,5° C. siedend.

I. Aldehyde.

Fettkörper.

	Name und Formel	Aggregatzustand	Schmelzpunkt Siedep.	Spec. Gew.	bei °C.
Aldehyd	I. Aethyl- $C_2H_4O = CH_3.COH$	Fl.	21,8°	0,807	0°
	Propyl- $C_3H_6O = CH_3.CH_2.COH$ . . .	"	48,7°	0,808	20°
	Butyl- $C_4H_8O = CH_3.CH_2.CH_2.COH$.	"	75,0°	0,834	0°
	Isobutyl- $C_4H_8O = (CH_3)_2CH.COH$ . . .	"	63°	0,789	20°
	Amyl- $C_5H_{10}O = CH_3(CH_2)_3COH$	"	102°	—	—
	Oenanth- $C_7H_{12}O = CH_3(CH_2)_5.COH$ . . .	"	153°	—	—
Keton	II. Aceton $C_3H_6O = CH_3.CO.CH_3$	"	56,5°	0,792	15°
	Methyläthyl- $C_4H_8O = CH_3.CO.C_2H_5$	"	81°	—	—
	Diäthyl- $C_5H_{10}O = C_2H_5.CO.C_2H_5$	"	104°	—	—
	Methylpropyl- $C_5H_{10}O = CH_3.CO.C_3H_7$	"	103°	—	—

Die **Diphenylketone** oder **Benzophenone** entstehen, wenn eine aromatische Säure und ein aromatischer Kohlenwasserstoff mit Phosphorsäureanhydrid, welches Wasser entzieht, behandelt wird.

$$\underbrace{C_6H_5COOH}_{\text{Benzoësäure}} + \underbrace{C_6H_6}_{\text{Benzol}} = H_2O + \underbrace{C_6H_5.CO.C_6H_5}_{\text{Benzophenon = Diphenylketon}}$$

Das letztere ist ein krystallinischer Körper, der durch Wasserstoffaufnahme in den entsprechenden Alcohol, **Benzhydrol** $(C_6H_5)_2CH(OH)$ = **Diphenylcarbinol**, übergeht. Hierher gehört auch das **Anthrachinon** = **Diphenylendiketon** $C_6H_4(CO)_2C_6H_4$. — Siehe obenstehende Tabelle und Seite 299 —.

II. **Ketone.**

Aromatische Körper.

	Name und Formel	Aggregatzustand	Schmelzpunkt Siedep.	Spec. Gew.	bei °C.
Aldehyd	I. Benz- $C_7H_6O = C_6H_5.COH$	Fl.	180°	1,063	15°
	o. Toluyl- $C_8H_{10}O = C_6H_4.CH_3.COH$	„	200°	—	—
	Zimmt- $C_9H_8O = C_6H_5.(CH)_2.COH$	„	220°	—	—
	Cumin- $C_{10}H_{12}O = C_6H_4.C_3H_7.COH$	„	235°	0,973	15°
Oxybenzald.	Salicylaldehyd $C_7H_6O_2 = C_6H_4.(OH).COH$	„	196°	1,172	15°
	Anisaldehyd $C_7H_8O_2 = C_6H_4.(O.CH_3).COH$	„	248°	1,123	15°
Phenon	II. Aceto- $C_8H_8O = C_6H_5.CO.CH_3$	Kr.	20/200	—	—
	Propio- $C_9H_{10}O = C_6H_5.CO.C_2H_5$	„	—	—	—
	Benzo- $C_{13}H_{10}O = C_6H_5.CO.C_6H_5$	„	48/295	—	—
	Antrachinon $C_{14}H_8O_2 = C_6H_4.(CO)_2.C_6H_4$	„	277°	—	—

Auch die zweiwerthigen Alcohole — die **Glycole** — vermögen noch eine Art Aldehyde zu bilden, dahin gehört vom Aethenalcohol das **Glyoxal** oder **Dialdehyd** $C_2H_2O_2 = COH{-}COH$, eine weisse amorphe Masse und die **Glyoxylsäure** $C_2H_2O_3 = CO_2H.COH$, eine krystallinische Verbindung. Ueberhaupt existiren zwischen den einwerthigen und zweiwerthigen Alcoholen noch eine Masse intermediärer Sauerstoffverbindungen, die noch als Aldehydalcohole: **Aldol** $= C_3H_6.COH.OH$ und Ketonalcohole: **Acetylcarbinol** $= CH_3.CO.CH_2.OH$; Aldehydsäuren und Ketonsäuren: **Acetylcarbonsäure** = **Brenztraubensäure** $CH_3.CO.COOH$ etc. aufgefasst werden, von denen die meisten ein rein theoretisches Interesse haben.

Es sind also in diesen Verbindungen neben den Alcohol- resp. Säuregruppen die Aldehyd- resp. Ketongruppen noch vorhanden.

Hydrocarboxyl- oder Carbonderivate der Kohlenwasserstoffe.

Bei vollständiger Oxydation der Alcohole und Glycole werden zwei Wasserstoffatome der **Carbinolgruppe** ($CH_2.OH$) noch durch ein Sauerstoffatom ersetzt und es entsteht die den Säuren charakteristische **Hydrocarboxylgruppe** $COOH$, zuweilen **Carboxyl**- oder **Carbon**- oder **Ameisensäuregruppe**, von der Ameisensäure $H.COOH$ abgeleitet, genannt, weil durch die Verbindung dieser Gruppe mit Alcoholradicalen die **Carbonsäuren** entstehen;

$$\underbrace{CH_2.OH}_{\text{Carbinolgruppe}} + 2O = H_2O + \underbrace{COOH}_{\text{Hydrocarboxyl-}} \text{ oder } \underbrace{CO_2H}_{\text{oder Carbongruppe}}$$

$$\underbrace{CH_3.CH_2.OH}_{\text{Alcohol}} + 2O = H_2O + \underbrace{CH_3.COOH}_{\text{Essigsäure = Methylcarbonsäure}}$$

oder die Säuren können auch von den Kohlenwasserstoffen, wie nachstehend, abgeleitet werden: Wird in den Kohlenwasserstoffen ein Wasserstoffatom durch den primären Wasserrest $(OH)^I$ ersetzt, so entstehen die Alcohole, werden zwei Wasserstoffatome durch den secundären Wasserrest O^{II} ersetzt, so werden die Aldehyde gebildet und endlich sind drei Wasserstoffatome durch den primären und secundären Wasserrest $(OH)^I$ und O^{II} vertreten, so stellt die Verbindung die Säure dar. Sind Seitenketten vorhanden, so werden dieselben gewöhnlich nach einander in Carbongruppen verwandelt.

$CH_3.CH_3 - H + (OH)^I = CH_3.CH_2.OH$ — Methylcarbinol = Aethylalcohol

$C_6H_5.CH_3 - H + (OH)^I = C_6H_5.CH_2.OH$ — Phenylcarbinol = Benzalcohol

$CH_3.CH_3 - 2H + O^{II} = CH_3.COH$ — Methylhydrocarbonyl = Aldehyd

$C_6H_5.CH_3 - 2H + O^{II} = C_6H_5.COH$ — Phenylhydrocarbonyl = Benzaldehyd

$CH_3.CH_3 - 3H + (OH)^I + O^{II} = CH_3.COOH$ — Methylcarbonsäure = Essigsäure oder Methylameisensäure

$C_6H_5.CH_3 - 3H + OH^I + O^{II} = C_6H_5.COOH$ = Phenylcarbonsäure = Benzoësäure = Phenylameisensäure

$CH_3.CH_2.CH_3 - 3H + (OH^I) + O = CH_3.CH_2.COOH$ = Aethylcarbonsäure = Methylessigsäure = Propionsäure

$C_6H_5.CH_2.CH_3 - 3H + (OH^I) + O^{II} = C_6H_5.CH_2.COOH$ = Phenylessigsäure = Toluylsäure.

Je nach dem nun die Carbongruppe in einer Verbindung 1, 2, 3 etc. Mal vorkommt, werden diese Mono-, Di-, Tricarbonsäuren etc. auch entsprechend ein-, zwei-, drei- oder mehrbasisch sein und sich von mono-, di- und trihydrischen Alcoholen ableiten, wobei noch erwähnt werden möge, dass es monohydrische Alcohole giebt, welche sich von ungesättigten, aber noch nicht im freien Zustande dargestellten Kohlenwasserstoffen C_3H_6 und C_4H_8 etc. ableiten, wie der **Allylalcohol** $C_3H_5.OH = CH_2:CH.CH_2.OH$ und **Crotonylalcohol** $C_4H_7OH = CH_3.CH:CH.CH_2.OH$, welche gleichfalls Aldehyde bilden wie **Allylaldehyd** = **Acraldehyd** = **Acroleïn** $C_3H_4O = CH_2:CH.COH$ und **Crotonaldehyd** $C_4H_6O = CH_3.CH:CH.COH$ und durch Sauerstoffaufnahme in **Acrylsäure** $C_3H_4O_2 = CH_2:CH.COOH$ und Crotonsäure $C_4H_6O_2 = CH_3.CH.CH.COOH$ übergehen, einer Gruppe, wozu auch die einwerthige **Oelsäure** gehört und Oelsäure- oder Acrylsäuregruppe genannt wird; zum Unterschiede der einwerthigen Säuren, Fettsäuren, welche von gesättigten Kohlenwasserstoffen sich ableiten und sich durch ein Mehr von 2 Wasserstoffatomen von obigen unterscheiden.

Es können mithin durch nascirenden Wasserstoff die Säuren der Oelsäuregruppe in die der Fettsäuregruppe übergeführt werden; also die Acrylsäure in Propionsäure, die Crotonsäure in Buttersäure, die Oelsäure in Stearinsäure.

Die Bildung der Säuren durch Oxydation der Alcohole, welche meist durch Chromsäure in Gegenwart von Schwefelsäure geschieht, ist bereits erwähnt, es lassen sich aber auch die Säuren durch Einwirkung von Kohlensäure oder Kohlendioxyd CO_2 auf Metallderivate der Kohlenwasserstoffe, welche sich aus den Jodverbindungen der Grenzkohlenwasserstoffe und aromatischen Kohlenwasserstoffe — Seite 206 — mit Kalium, Natrium, Zink etc. darstellen lassen, bilden.

$\underbrace{C_2H_5Na}$ + CO_2 = $\underbrace{C_2H_5 . COONa}$
Natriumäthyl Propionsaures = äthylameisens. Natrium

$C_6H_4BrCH_3 + CO_2 + 2Na = NaBr + C_6H_4 . CO_2NaCH_3$ =
methylbenzoësaurem Natrium

Auch die Alcohole, Glycole und Glycerine sind fähig, durch Einwirkung von Natrium oder Kalium unter Eliminirung des Wasserstoffs **Alcoholate** und **Glycolate** etc. zu bilden,

$\underbrace{C_2H_5 . ONa}$; $\underbrace{C_2H_4 . OH . ONa}$; $\underbrace{C_2H_4(ONa)_2}$
Natriumäthylat Natriumglycol Dinatriumglycol

welche beim Einleiten von Kohlenoxydgas = Carboxyl: CO in kohlenstoffreichere Säuren übergehen, selbst schon die Natronlauge NaOH allein vermag Kohlenoxyd zu binden und neben anderen Säuren Ameisensäure zu liefern.

$HONa + CO = HCOONa$ = ameisensaures Natrium
$C_2H_5 . ONa + CO = C_2H_5 . COONa$ = propionsaures Natrium
$C_6H_5 . CH_2 . ONa + CO = C_6H_5 . CH_2 . COONa$ = Alphatoluylsaures = phenylessigsaures Natrium

Die Phenole, welche ihres Säurecharakters wegen mit Kali oder Natronlauge schon Phenylate bilden, wie **Phenolkalium** $C_6H_5 . OK$ oder **Phenolnatrium** $C_6H_5 . ONa$, sind gegen Kohlenoxydgas indifferent, zeigen aber beim Einleiten von Kohlensäure in die staubtrockene Verbindung bei 156—180° C. die Eigenthümlichkeit, dass nicht alles Phenol eine Veränderung erleidet, sondern die Hälfte des Phenols wird unter Bildung von basisch salicylsaurem Natrium = Dinatriumsalicylat regenerirt und destillirt über.

$\underbrace{2C_6H_5 . ONa}$ + CO_2 = $\underbrace{C_6H_4ONa . COONa}$ + $\underbrace{C_6H_5 . OH}$
Natriumphenylat bas. salicylsaures Natrium Phenol

Dinatriumphenol giebt mit Kohlensäure direct basisch salicylsaures Natrium.

$\underbrace{C_6H_4 . Na . ONa + CO_2}$ = $\underbrace{C_6H_4 . ONa . COONa}$

Auf Zusatz von Salzsäure zum salicylsaurem Natrium wird die **Salicylsäure** = **Ortho-Oxybenzoësäure** $C_7H_6O_3 = C_6H_4OH . COOH$ frei und kann durch Umkrystallisiren gereinigt werden. Findet die Einwirkung der Kohlensäure auf die Alkaliphenylate

bei einer Temperatur über 300° C. statt, so entstehen Oxyisophtalsäure und Oxytrimesinsäure.

Die Fettsäuren und fett-aromatischen Säuren können sich aber auch durch Umwandlung der Cyanide oder der sogenannten Nitrile beim Erhitzen mit Alkalien oder verdünnten Mineralsäuren bilden, hier geht die Cyangruppe in die Hydrocarboxylgruppe COOH über, während der Stickstoff sich als Ammoniac abspaltet.

$$\underbrace{C_{16}H_{33}.CN}_{\text{Cyanäthyl}} + 2H_2O + HCl = NH_4.Cl + \underbrace{C_{16}H_{33}.COOH}_{\text{Margarinsäure}}$$

$$\underbrace{C_6H_5.CH_2.CN}_{\text{Cyanbenzyl}} + 2H_2O + NaOH = NH_3 + \underbrace{C_6H_5.CH_2.COONa}_{\text{Phenylessigsaures Natr.}}$$

Diese Bildung der Säuren ist um so wichtiger, als sich dadurch künstliche Fettsäuren mit ungeraden Kohlenstoffatomen, also C_9; C_{13} etc., wie Pelargonsäure $C_9H_{18}O_2$; Cocinsäure $C_{13}H_{26}O_2$; Margarinsäure $C_{17}H_{34}O_2$ bilden lassen, welche früher in den natürlichen Fetten angenommen und meist nach dem Fette, in welchem sie gefunden, benannt wurden. Heintz hat zuerst darauf hingewiesen, dass Chevreul's Margarinsäure $C_{17}H_{34}O_2$ ein Gemisch von Palmitinsäure und Stearinsäure ist und dass die natürlichen Pflanzen- und Thierfette überhaupt nur Fettsäuren mit geraden Kohlenstoffatomen enthalten, wie Buttersäure $C_4H_8O_2$; Capronsäure $C_6H_{12}O_2$; Caprinsäure $C_{10}H_{20}O_2$ in der Butter, Laurinsäure $C_{12}H_{24}O_2$ im Cocosfett, Palmitinsäure $C_{16}H_{32}O_2$ im Schweinefett, Stearinsäure $C_{18}H_{36}O_2$ im Talg, sowie die schon genannte Oelsäure $C_{18}H_{34}O_2$ in den flüssigen Oelen etc., jedoch kommen diese Säuren als Glycerinester niemals allein in einem Fette vor, sondern immer im Gemisch; die Hauptrepräsentanten sind die Oelsäure, Palmitinsäure, Stearinsäure und hängt, je nachdem die eine oder die andere Säure vorherrscht, die Consistenz der Fette und Oele ab.

Von den Fettsäuren sind die bis zu 9 Atomen Kohlenstoff, also der Pelargonsäure, flüssig, in Wasser löslich und flüchtig, von da ab fast unlöslich in Wasser und nicht mehr ohne theilweise Zersetzung flüchtig, wohl aber können dieselben im luft-

leeren Raume destillirt werden. Die fett-aromatischen Säuren, wie Benzoësäure etc., sind feste krystallinische Verbindungen, in Wasser mehr oder weniger löslich, die unzersetzt sublimiren.

Es ist bereits oben erwähnt worden, dass die Seitenketten nach einander die Carbonsäuregruppe aufnehmen können, es werden daher aus den Glycolen zuerst einbasische Säuren gebildet von der allgemeinen Formel $C_nH_{2n}(OH) . COOH$, welche als Oxyfettsäure oder Hydroxyfettsäuren und aromatische Oxyfettsäuren bezeichnet werden, sie können auch entsprechend den Keton- und Aldehydsäuren — Seite 303 als **Alcoholsäuren** betrachtet werden, da sie einmal die Hydroxylgruppe und zweitens die Carbongruppe enthalten; in ihrem ganzen Verhalten zeigen sie auch den zweifachen Charakter. Zu diesen Alcoholsäuren gehören auch die Milchsäure, Apfelsäure, Weinsäure, Citronensäure etc. Findet sich die Hydroxylgruppe am Benzolkern, wie bei der Salicylsäure, so vereinigen sie den Charakter von Säuren und Phenolen. Sämmtliche Oxysäuren werden am besten durch Einwirkung von verdünnter Salpetersäure oder mittelst Platinschwamm auf Glycole oder von Kalilauge, Silberoxyd etc. auf die monohalogen-substituirten Fettsäuren dargestellt, wie umgekehrt aus den Oxysäuren beim Erhitzen mit Jodwasserstoff die normalen Säuren wieder hergestellt werden. Die Oxyfettsäuren sind flüssig und in Wasser leicht, in Aether aber schwerer löslich als die Fettsäuren.

Die Bildung der zweibasischen Säuren geschieht nach ganz ähnlichen Methoden wie die der einbasischen Oxysäuren oder durch Oxydation der Fettsäuren und Oelsäuren, als auch der Fette mittelst Salpetersäure.

Die Säuren dieser Gruppe oder **Oxalsäuregruppe**, in der aromatischen Reihe als **Phtalsäuregruppe** bezeichnet, sind in Wasser, Alcohol löslich und von stark saurer Reaction und nicht unzersetzt flüchtig, denn sie spalten sich in Wasser und Säureanhydride, während die Oxalsäure ganz in Kohlensäure und Kohlenoxydgas bei zu schnellem Erhitzen zerfällt. Zur Oxalsäuregruppe steht die **Fumarsäuregruppe** in demselben Verhältnisse, wie die Oelsäuregruppe zur Fettsäuregruppe, d. h. es ist eine Differenz von H_2 vorhanden.

Die Einführung der Carbonsäuregruppe in die Glycerine geschieht in gleicher Weise, es ist aber nur eine einbasische Glycerinsäure bekannt, während die bekannten zwei- und dreibasischen Säuren sich nicht direct vom Glycerin ableiten. — Siehe Tabellen Seite 310 bis 313. —

Von **Tetracarbonsäuren** sind die 3 Isomeren von $C_{10}H_6O_8 = C_6H_2(COOH)_4$, Pyromellithsäure, Phrenitsäure und Mellophansäure, und von **Hexacarbonsäure** die **Mellithsäure** oder **Honigsteinsäure** $C_{12}H_6O_{12} = C_6(COOH)_6$ bekannt, welche in Verbindung mit Aluminium als **Honigstein** $C_{12}Al_2^{III}O_{12} + 18H_2O$ in einigen Braunkohlenlagern vorkommt.

In den trocknen Destillationsproducten der Braunkohlen, des Torfes und Holzes finden sich die Fettsäuren bis zur Baldriansäure $C_5H_{10}O_2$, vornehmlich aber die beiden ersten Glieder der Reihe.

Die **Ameisensäure** $CH_2O_2 = H.COOH$ ist die einfachste organische Säure, nach dem Vorkommen in den Ameisen benannt, und im Pflanzenreiche wahrscheinlich weiter verbreitet, als bis jetzt angenommen wird, kommt auch im Torfe, in der Moorerde, Waldhumus; in den Brennhaaren verschiedener Nesseln, der Processionsraupe; sowie im Schweisse, Blute, Harne der Menschen in geringer Menge vor. Käufliches Terpentinöl ist häufig sauer und enthält dann Ameisensäure, die durch Oxydation des Oeles an der Luft erzeugt wurde. Wird künstlich dargestellt aus Stärkemehl, Zucker, Cellulose, durch Destillation mit Schwefelsäure und Braunstein oder beim vorsichtigen Erhitzen von Oxalsäure gemengt mit Glycerin, wobei das Glycerin aber nicht in Zersetzung tritt. Die reine Ameisensäure ist eine farblose, stechend riechende Flüssigkeit, die unter 0° C. zu einer krystallinischen Masse erstarrt. Auf die Haut gebracht bewirkt dieselbe Röthung, Entzündung und ruft Blasen hervor.

Essigsäure, **Acetylsäure**, **Methylameisensäure** $C_2H_4O_2 = CH_3.COOH$. Das Vorkommen ist fast das Gleiche wie bei der Ameisensäure, jedoch nie frei; entsteht bei der Gährung, Fäulniss und Verwesung; Vincent und Delachanal fanden sie bei der Destillation des Rohbenzols mit Alkalien als Zersetzungs-

Hydrocarboxylderivate

Carbon-

Siehe Anmerkung

Fettkörper.

Gruppe	Name und Formel	Aggregatzustand	Schmelzpunkt Siedep.	Spec. Gew	bei °C
				Monocarbon-	
Fettsäuregruppe	Ameisensäure CH_2O_2 . . .	Fl.	8,6/99	1,223	0°
	Essigsäure $C_2H_4O_2$	„	16,7/118	1,051	20°
	Propionsäure $C_3H_6O_2$ . . .	„	137°	0,992	18°
	Buttersäure $C_4H_8O_2$	„	163°	0,958	20°
	Isobutters. $(CH_3)_2CH.COOH$	„	154°	0,949	20°
	Baldriansäure $C_5H_{10}O_2$ . . .	„	175°	0,950	0°
	Capronsäure $C_6H_{12}O_2$ . . .	„	205°	0,928	15°
	Oenanthsäure $C_7H_{14}O_2$ . . .	„	10,5/223	0,924	15°
	Caprylsäure $C_8H_{16}O_2$ . . .	„	16/232	—	—
	Pelargonsäure $C_9H_{18}O_2$ . . .	„	12/253	—	—
	Caprinsäure $C_{10}H_{20}O_2$ . . .	Kr.	39°	—	—
	Laurinsäure $C_{12}H_{24}O_2$ . . .	„	46,6°	—	—
	Myristinsäure $C_{14}H_{28}O_2$ . . .	„	53,8°	—	—
	Palmitinsäure $C_{16}H_{32}O_2$ . . .	„	62°	—	—
	Stearinsäure $C_{18}H_{36}O_2$ . . .	„	69,2°	—	—
	Arachinsäure $C_{20}H_{40}O_2$ . . .	„	75°	—	—
	Behensäure $C_{22}H_{44}O_2$ . . .	„	75°	—	—
	Cerotinsäure $C_{27}H_{54}O_2$ . . .	„	79°	—	—
	Melissinsäure $C_{30}H_{60}O_2$ . . .	„	88°	—	—
Oels.- oder Acrylsäuregr.	Acrylsäure $C_3H_4O_2$	Fl.	7/139	—	—
	Crotonsäure $C_4H_6O_2$	Kr.	72/182	—	—
	Angelicasäure $C_5H_8O_2$ . . .	„	45/185	—	—
	Brenzterebensäure $C_6H_{10}O_2$.	Fl.	210°	—	—
	Hypogaeasäure $C_{16}H_{30}O_2$ . .	Kr.	33°	—	—
	(Leinölsäure $C_{16}H_{28}O_2$) . . .	Fl.	zersetzt	0,921	15°
	Oelsäure $C_{18}H_{34}O_2$	„	14 zers.	—	—
	(Ricinusölsäure = Oxyölsäure $C_{18}H_{34}O_3$)	„	zersetzt	0,940	15°
	Erucasäure $C_{22}H_{42}O_2$	Kr.	33°	—	—
Glycols.-Gr.	Glycolsäure $C_2H_4O_3$ = $CH_2(OH)COOH$	„	80 zerfl. an der Luft	—	—
	Milchsäure $C_3H_6O_3$ = $CH_3.CH(OH)COOH$ . .	Fl.	zersetzt	1,215	15°
	Oxybuttersäure $C_4H_8O_3$ = $CH_3.CH_2.CH(OH)COOH$	Kr.	43,5°	—	—
	Glycerinsäure $C_3H_6O_4$ = $CH_2(OH)CH.(OH).COOH$.	Fl.	—	—	—

der Kohlenwasserstoffe.

säuren.

auf Seite 288/289.

Aromatische Körper.

Name und Formel	Aggregatzustand	Schmelzpunkt Siedep.	Spec. Gew.	bei °C.
säuren.				
Phenylameisensäure $C_7H_6O_2$ = Benzoësäure $C_6H_5.COOH$ . .	Kr.	120/250	1,291	15°
Phenylessigsäure $C_8H_8O_2$ = α-Toluylsäure $C_6H_5.CH_2.COOH$.	„	76/262	1,23	15°
Phenylpropions. $C_9H_{10}O_2$ = Hydrozimmts. $C_6H_5.CH_2.CH_2.COOH$	„	47/280	—	—
Phenylacrylsäure $C_9H_8O_2$ = Zimmtsäure $C_6H_5.CH{=}CH.COOH$.	„	133/290	1,249	15°
Phenylglycols. $C_8H_8O_3$ = Mandelsäure $C_6H_5.CH(OH).COOH$.	„	118°	1,36	4°
β-Phenylmilchsäure $C_9H_{10}O_3$ $C_6H_5.CH_2.CH(OH)COOH$.	„	97°	—	—
α-Naphtoësäure $C_{11}H_8O_2$ = $C_{10}H_7.COOH$	„	160°	—	—
Oxybenzoësäure $C_7H_6O_3$ = Salicylsäure 1. 2. $C_6H_4(OH).COOH$.	„	155/220	1,485	15°
Oxytoluylsäure $C_8H_8O_3$ = Kresotinsäure $C_6H_4(OH)CH_3COOH$.	„	148°	—	—
Dioxybenzoësäure $C_7H_6O_4$ = Protocatechus. 1.3.4 $C_6H_3.(OH)_2.COOH$	„	199°	—	—
Dioxybenzoësäure $C_7H_6O_4$ = Resorcins. 1. 3. 5. $C_6H_3(OH_2)COOH$	„	—	—	—
Trioxybenzoës. $C_7H_6O_5$ = Gallussäure $C_6H_2.(OH)_3COOH$ . . .	„	250 zers.	—	—
Benzylbenzoësäure $C_{14}H_{12}O_2$ $C_6H_5.CH_2.C_6H_4.(COOH)$ . .	„	155°	—	—
Benzoylbenzoësäure $C_{14}H_{10}O_3$ $C_6H_5.CO.C_6H_4.(COOH)$ . .	„	194°	—	—
Phenylglycerinsäure $C_9H_{10}O_4$ = Styceringsäure $C_6H_5.CH(OH).CH(OH).(COOH)$	„	117°	—	—

Fettkörper.

Name und Formel	Aggregatzustand	Schmelzpunkt Siedep.	Spec. Gew.	bei °C.
			Dicarbon-	
Oxalsäuregruppe: Oxals. $C_2H_2O_4 = COOH.COOH$	Kr.	150 subl.	—	—
Oxalsäuregruppe: Malons. $C_3H_4O_4 = CH_2(COOH)_2$	„	132°	—	—
Oxalsäuregruppe: Bernsteins. $C_4H_6O_4 = C_2H_4(COOH)_2$	„	180/235	—	—
Oxalsäuregruppe: Isobernsteins. $CH_3.CH(COOH)_2$	„	130°	—	—
Oxalsäuregruppe: Brenzweinsäure = Glutarsäure $CH_2.CH_2(COOH)CH_2(COOH)$	„	97/299	1,412	15°
Oxalsäuregruppe: Brenzweinsäure $C_5H_8O_4$ = $CH_3.CH(COOH)CH_2(COOH)$	„	112°	—	—
Oxalsäuregruppe: Adipins. $C_6H_{10}O_4 = C_4H_8(COOH)_2$	„	148°	—	—
Fumars. $C_4H_4O_4 = C_2H_2.(COOH)_2$	„	220 subl.	—	—
Weinsäure = Dioxybernst. $C_4H_6O_6$ = $CH(OH)CH(OH)(COOH)_2$ . .	„	135°	1,75	15°
			Tricarbon-	
Tricarballyls. $C_6H_8O_6$; $C_3H_5(COOH)_3$; $CH_2(COOH).CH(COOH).CH_2(COOH)$	Kr.	157°	—	—
Oxytricarballylsäure = Citronens. $C_6H_8O_7$; $C_3H_4(OH).(COOH)_3$.	„	153°	kryst. 1,617	15°

product des Cyanmethyl. Die Darstellung ist zu bekannt, um sie hier noch zu erwähnen. Die reine Essigsäure oder der **Eisessig** bildet bei niederer Temperatur farblose Blätter, welche bei 17° C. schmelzen und 119° C. sieden, der Dampf verbrennt mit blassblauer Flamme. Die Essigsäure besitzt weniger hautreizende Eigenschaften als die Ameisensäure und ist ein Lösungsmittel für Eiweiss und thierische Membranen, Faserstoff, Blutroth, Käse, Campher, Gummiharze, Kleber, Gerbstoffe und verschiedene ätherische und fette Oele. Die Anwendung als Nahrungs- und Conservationsmittel, zu Desinfectionszwecken, in der Färberei etc. ist eine sehr vielfältige.

Propionsäure $C_3H_6O_2$; $C_2H_5.COOH$ ist in der Natur bis jetzt nur in den Blüthen Achillea millefolium, den Früchten von Gingko biloba und im Fliegenschwamm

Aromatische Körper.

Name und Formel	Aggregatzustand	Schmelzpunkt Siedep.	Spec. Gew.	bei °C.
säuren.				
Phtals. $C_8H_6O_4 = C_6H_4(COOH)_2(1:2)$	Kr.	184°	1,585	15°
Isophtalsäure (1 : 3)	„	300°	1,585	15°
Terephtalsäure (1 : 4)	„	115°	1,585	15°
Phenylbernsteinsäure $C_{10}H_{10}O_4$ = C_6H_4 CH (COOH) CH_2 (COOH) .	„	167°	—	—
Phenylisobernst. = Benzylmalons. $C_6H_5 . CH_2 . CH . (COOH)_2$ . .	„	188°	—	—
Uvitinsäure $C_9H_8O_4$ (1 : 3 : 5) . .	„	—	—	—
Xylidinsäure $C_9H_8O_4$ (1. 3. 4) = $C_6H_3(CH_3) . (COOH)_2$	„	—	—	—
Cumidinsäure $C_{10}H_{10}O_4$ = $C_6H_2(CH_3)_2 . (COOH)_2$	„	subl.	—	—
säuren.				
Benzoltricarbonsäuren $C_9H_6O_6$ $C_6H_3(COOH)_3$	Kr.	—	—	—
Trimesinsäure (1. 3. 5)	„	300°	—	—
Trimellithsäure (1. 2. 4). . . .	„	158°	—	—
Hemimellithsäure (1. 2. 3) . . .	„	185°	—	—

nachgewiesen; findet sich ebenfalls in den bekannten Destillationsproducten und des Harzes; tritt bei der Fäulniss des Blutes und Fleisches und beim Sauerwerden des Kleisters auf; ist in der Lohbrühe der Gerbereien, in dem Schlammwasser der Weizenstärkefabriken vorhanden. Die Propionsäure hat einen an Sauerkraut erinnernden Geruch, ist auch darin neben Milchsäure, Buttersäure etc. enthalten und stellt eine farblose Flüssigkeit dar, welche bei 137° C. siedet.

Buttersäure $C_4H_8O_2$; $CH_3 . CH_2 . CH_2 . COOH$. Viel verbreiteter als im Pflanzenreich ist diese Säure im Thierreich in Form eines zusammengesetzten Aethers an Glycerin gebunden (Butyrin). Findet sich in den Theerdestillationsproducten, im Tabakrauche, beim Brennen der Kaffeebohnen; ist ein Verwesungs- und Fäulnissproduct vieler thierischer Substanzen

(altem Käse) und bildet, mit Baldriansäure gepaart, den stinkenden Geruch der Fussschweisse. Guanolager exhaliren beständig Buttersäure. Entsteht beim Ranzigwerden der Butter und bildet sich neben Propionsäure bei der Oxydation von Fetten mittelst Salpetersäure. Ist in Wasser in allen Verhältnissen löslich (Unterschied von Isobuttersäure).

Baldriansäure $C_5H_{10}O_2$; $(CH_3)_2 . CH . CH_2 . COOH$ ist fast ein steter Begleiter der vorhergehenden Säuren bei Fäulniss- und Zersetzungsvorgängen der Eiweisskörper (Käse), beim Flachsrösten, findet sich im Schlammwasser der Weizenstärke, im Guano, in Abtrittsgruben und im Theerwasser. Ist im Pflanzenreich ziemlich verbreitet, so in der Baldrian- und Angelikawurzel, im Hopfen, Schneeball, Asafötida etc. Ist eine unanegnehm riechende ölartige Flüssigkeit, welche bei 175° C. siedet.

Die ferneren Säuren dieser Reihe finden sich mit Ausnahme der **Oenanthylsäure = Heptylsäure** $C_7H_{14}O_2$, welche als Gährungsproduct auftritt, und der **Pelargonsäure = Nonylsäure** $C_9H_{18}O_2$, welche namentlich in den Blättern von Pelargonium roseum L. einer Geraniaceae vorkommt, als Glycerinester in den natürlichen Fetten vor und haben ihre Namen nach den Stammpflanzen, sie sind krystallinische Säuren, deren Schmelzpunkt — Seite 310 — angegeben ist; nur fehlt darunter die **Theobromasäure** $C_{64}H_{128}O_2$, die kohlenstoffreichste und höchste bekannte Fettsäure aus der Cacaobutter, welche bei 72° C. schmilzt.

Die **Palmitinsäure** $C_{16}H_{32}O_2$; $C_{15}H_{31} . COOH$, ein Hauptbestandtheil des Palmöles von Elais guienensis L. ist in Gemeinschaft mit der **Stearinsäure** $C_{18}H_{36}O_2$ die Grundlage aller festen Fette, so namentlich des Rinds- und Hammeltalges, Schweinefettes und werden gemeinschaftlich im Grossen zur Bereitung von Stearinkerzen dargestellt. Behufs Gewinnung wird in den Stearinkerzenfabriken Rinds- oder Hammeltalg oder eine andere harte Fettsorte, wie Palmöl, entweder mittelst concentrirter Schwefelsäure oder mit überhitzten gespannten Wasserdämpfen zersetzt, oder es wird das Fett mit Kalkmilch verseift und die erhaltene Kalkseife mit Schwefelsäure zerlegt. Die abgeschiedenen Säuren, also ein Gemenge von Palmitinsäure, Stearin- und Oelsäure, werden zwischen

erwärmten Platten in einer hydraulischen Presse ausgepresst, um sie von der flüssigen

Oelsäure $C_{18}H_{34}O_2$; $C_{17}H_{33}.COOH$ zu scheiden; sie bildet den Hauptbestandtheil der flüssigen Fette; rein ist sie eine farblose, geruch- und geschmacklose Flüssigkeit, die bei + 4° C. erstarrt und wenn auch selbst nicht flüchtig, so kann dieselbe doch mit überhitzten Wasserdämpfen destillirt werden; bei Luftzutritt nimmt sie mit Begierde Sauerstoff auf, färbt sich in Folge der Oxydation gelb, wird ranzig und wird dann sauer. Beim Schmelzen der Oelsäure mit Kalihydrat wird dieselbe unter Aufnahme von $2H_2O$ in Palmitinsäure und Essigsäure gespalten.

$$C_{18}H_{34}O_2 + 2H_2O = 2H + C_2H_4O_2 + C_{16}H_{32}O_2.$$

Werden in Oelsäure Dämpfe von salpetriger Säure geleitet, so erstarrt sie zu einer krystallinischen Masse und ist in die isomere **Elaidinsäure** verwandelt.

Nur die mit Alkalien verbundenen Fettsäuren sind als Seifen in Wasser löslich; vorhandene fremde Salze wie Kochsalz, Glaubersalz, Aetzlaugen verhindern die Löslichkeit oder bewirken in den Lösungen Ausscheidung der Seife. Metallsalze fällen Metallseifen.

Von den aromatischen einbasischen Säuren haben **Phenylameisensäure = Benzolcarbonsäure = Benzoësäure** $C_7H_6O_2$ und Homologe und die **Oxybenzoësäure = Salicylsäure** $C_7H_6O_3$ ein grösseres Interesse.

Die **Benzoësäure** $C_6H_5.COOH$, schon 1608 von Blaise de Vigenère im Benzoëharz entdeckt, ist im Pflanzenreich ziemlich verbreitet und findet sich namentlich in den wohlriechenden Harzen und Balsamen, in der Vanille, im Sternanis, im Waldmeister, in ziemlich beträchtlicher Menge in den Preiselbeeren — Vaccinium Vitis Idaea L. — und ist dies Vorhandensein die Ursache, dass die Beeren so lange der Fäulniss widerstehen. Der gefaulte Harn der Grasfresser, entstanden aus **Hippursäure** $C_9H_9NO_3$, ist so reich an Benzoësäure, dass es Fabriken giebt, die aus Pferde- und Kuhharn Benzoësäure darstellen, so in Königsberg in Ostpreussen; in München etc. und wird diese Säure in grossen Quantitäten in der Theerfarbenindustrie zur fabrikmässigen Bereitung von reinem Benzol

gebraucht; findet aber auch zur Anfertigung verschiedener Beizen für die Färberei Verwendung.

Benzoësäure, Menschen oder Säugethieren eingegeben, verwandelt sich beim Durchgang durch den Körper in **Glycocoll** $C_2H_5NO_2 = CH_2(NH_2).COOH$, einem Spaltungsproduct von leimgebenden Substanzen, welches sich im Körper bildet und geht zuletzt in Hippursäure über, die mit dem Urin abgeschieden wird.

$$C_7H_6O_2 + C_2H_5NO_2 = H_2O + C_9H_9NO_3.$$

Die Benzoësäure bildet weisse, perlmutterglänzende, dünne Blättchen oder Nadeln, ist im reinen Zustande geruchlos (die durch Sublimation aus Benzoëharz dargestellte Säure enthält eine kleine Menge eines flüchtigen Oeles, welches ihr einen angenehmen vanilleartigen Geruch ertheilt), schmeckt schwach sauer und löst sich nur in circa 500 Theilen kalten Wassers, verflüchtigt sich aber leicht mit Wasserdämpfen und greifen die Dämpfe die Schleimhaut zum Husten an. In Alcohol und Aether leicht löslich; sublimirt schon bei 100° C., schmilzt aber erst bei 120° C. Wird durch Oxydationsmittel schwierig angegriffen.

Oxybenzoësäure, **Salicylsäure** oder **Spirsäure** $C_6H_4.OH.COOH$ ist von Löwig 1839 in den Blüthen von Spiraea ulmaria L.; 1843 von Cahours als Methyläther im Wintergrünöl — Gaultheria procumbens — gefunden; 1860 von Kolbe und Lautemann aus Phenol, Natrium und Kohlensäure dargestellt — Seite 306 —, seit 1874 findet aber erst die fabrikmässige Darstellung statt und hat die Salicylsäure seit dieser Zeit eine ausserordentliche Verbreitung als Antisepticum gefunden. Die Salicylsäure ist schwer in kaltem Wasser (1800 Thl.), leicht in heissem Wasser (20 Thl.), leicht in Alcohol, Aether, Glycerin löslich; krystallisirt in langen Nadeln oder vierseitigen Prismen, sublimirt bei vorsichtigem Erhitzen, zerfällt aber bei raschem Erhitzen in Phenol und Kohlensäure und spaltet sich bei der Oxydation mit Chromsäure und Schwefelsäure in Ameisensäure, Kohlensäure und Wasser. Salicylsäure färbt Eisenoxydsalze intensiv violett; wird daher zum Violett- und Schwarzfärben, sowie zur Tintenbereitung genommen; dient auch als Ersatz für Benzoësäure in der Anilin-

blaufabrikation und zur künstlichen Darstellung des in Amerika sehr beliebten Wintergrünölparfums.

Trioxybenzoësäure oder **Gallussäure** $C_7H_6O_5$; $C_6H_2(OH)_3$. COOH findet sich als Zersetzungsproduct der **Gerbsäure, Gall-äpfelgerbsäure, Digallussäure** oder **Tannin** = $C_{14}H_{10}O_9$ in geringer Menge neben dieser im freien Zustande in den Galläpfeln, Divi-Divi, im Thee etc. Die Eichenrinden sind fast frei von Gallussäure; welche sich aus dem Tannin durch Aufnahme von 1 Molecül Wasser bildet.

Tannin = $C_{14}H_{10}O_9 + H_2O = 2\,C_7H_6O_5$ = Gallussäure

Die Gallussäure krystallisirt mit H_2O in seidenglänzenden Nadeln, welche bei 100° C. wieder entweichen, schmilzt gegen 200° C. und zersetzt sich bei 210° C. in Kohlensäure und das Trioxybenzol oder das dreiwerthige Phenol, die **Pyrogallussäure** $C_6H_6O_3$:

Gallussäure $C_7H_6O_5 = CO_2 + C_6H_6O_3$ Pyrogallussäure

Die Hauptrepräsentanten der zweibasischen Säuren sind die **Oxalsäure** $C_2H_2O_4 = (COOH)_2$ und die **Phtalsäure** $C_8H_6O_4 = C_6H_4(COOH)_2$; sie bilden sich beide bei der Oxydation des Naphtalin mittelst Salpetersäure und ist dieses auch die fabrikmässige Darstellung der Phtalsäure, während die Oxalsäure Nebenproduct ist, häufig auch unberücksichtigt bleibt.

Naphtalin $C_{10}H_8 + 8O = C_8H_6O_4$ Phtalsäure + $C_2H_2O_4$ Oxalsäure

Die **Oxalsäure** ist die verbreitetste organische Säure, da sie wohl in keiner Pflanze fehlt, ist schon 1740 von Markgraf gefunden und 1776 von Scheele aus Zucker dargestellt, Zuckersäure genannt, aber schon 1784 von ihm selbst als identisch mit der Kleesäure erklärt. Wird aus Fichten- und Kiefernholzsägespänen durch Schmelzen mit Kalihydrat in eisernen Pfannen ausschliesslich fabrikmässig dargestellt. 100 Theile Holz liefern 80 Theile Oxalsäure. Die Oxalsäure krystallisirt mit 2 Molecüle Wasser in farblosen Säulen und wird vielfältig in der Kattundruckerei, Woll- und Seidenfärberei verwendet, auch dient sie zur Bereitung gewisser Phenolfarbstoffe.

Die der Oxalsäure in den aromatischen Körpern entsprechende **Phtalsäure** bildet sich ausser der bereits angeführten

Oxydation von Naphtalin auch durch Oxydation von Alizarin und Purpurin mit Salpetersäure oder in geringer Menge durch Oxydation von Benzol oder Benzoësäure mit Braunstein und Schwefelsäure; sie krystallisirt in weissen Blättchen, ist in Wasser schwer, leicht in Alcohol und Aether löslich; schmilzt beim Erhitzen und zerfällt dann in Wasser und **Phtalsäure-Anhydrid** $C_8H_4O_3$. In manchen Fabriken wird aus Naphtalin, beziehungsweise Phtalsäure, Benzoësäure dargestellt.

Die Phtalsäure wird in grossen Mengen seit einigen Jahren zur Darstellung der prachtvollen Farbstoffe der **Phtaleïne**: Eosin, Gallein etc. verwendet.

Aether, Ester, Säureanhydride etc.

In den organischen Säuren können die Wasserstoffatome der Hydrocarboxylgruppe durch Metalle ersetzt werden und es entstehen dadurch Salze; die übrigen Wasserstoffatome lassen sich durch Halogene ersetzen und es werden Haloid-Fettsäuren oder Haloid-aromatische Säuren wie:

$\underbrace{CH_2Cl.COOH}_{\text{Monochloressigs.}}$; $\underbrace{CHCl_2.COOH}_{\text{Dichloressigs.}}$; $\underbrace{CCl_3.COOH}_{\text{Trichloressigs.}}$; $\underbrace{CH_2J.COOH}_{\text{Jodessigsäure}}$

$\underbrace{C_6H_4Cl.COOH}_{\text{Monochlorbenzoës.}}$; $\underbrace{C_6H_3Cl_2.COOH}_{\text{Dichlorbenzoës.}}$ etc.; $\underbrace{C_6H_3Cl.(COOH)_2}_{\text{Monochlorphtalsäure}}$

beim Einleiten von Chlor, Brom, Jodgas in die betreffenden Säuren gebildet; diese Chlorfettsäuren etc. vermögen Salze zu bilden und ihr Chlor leicht gegen andere Atomgruppen einzutauschen.

Wirkt auf die Fettsäuren etc. aber Phosphortrichlorid PCl_3 oder Phosphorpentachlorid ein, so wird das Hydroxyl (OH) in der Hydrocarboxylgruppe $\underbrace{CO.OH}$ durch Chlor etc. ersetzt und es entstehen Säurechloride etc., d. h. die Halogene bleiben mit den Säureresten oder Radicalen in Verbindung: CHO = Formyl; $CH_3CO = C_2H_3O$ = Acetyl; $C_6H_5.CO = C_7H_5O$ Benzoyl.

$3CH_3.COOH + PCl_3 = PH_3O_3 + 3CH_3.COCl$ = Acetylchlorid
Siedep. 55° C.

$3C_6H_5.COOH + PCl_3 = PH_3O_3 + 3C_6H_5.COCl$ = Benzoylchlorid
Siedep. 199° C.

Diese Säurechloride zerfallen mit Wasser in Salzsäure und die entsprechenden Säuren; wirken auch auf andere Verbindungen äusserst kräftig ein, so dass man damit im Stande ist, eine Anzahl anderer Verbindungen herzustellen.

Wirken die Halogenderivate der Kohlenwasserstoffe auf analoge Alcohole ein, z. B.:

$$\underbrace{C_2H_5Cl}_{\text{Chloräthyl}} + \underbrace{C_2H_5HO}_{\text{Alcohol}} = HCl + \underbrace{(C_2H_5)_2O}_{\text{Aethyläther}}$$

$$\underbrace{C_6H_5Cl}_{\text{Chlorbenzol}} + \underbrace{C_6H_5OK}_{\text{Phenolkalium}} = KCl + \underbrace{(C_6H_5)_2O}_{\text{Phenyläther}}$$

so bilden sich die Aether und zwar sind zwei gleiche Alcoholradicale oder Phenylradicale in Verbindung mit dem Sauerstoff, so sind es die **Normalen Aether**, sind verschiedene Alcoholradicale in Verbindung, z. B. Methyläthyläther $CH_3 . O . C_2H_5$:

$C_2H_5Cl + CH_3 . OH = HCl + C_2H_5 . O . CH_3$ = Methyläthyläther oder Phenylmethyläther = **Anisol** $C_6H_5 . O . CH_3$ oder **Phenyläthyläther** = **Phenethol** $C_6H_5 . O . C_2H_5$, so sind es **gemischte Aether**; also beide Arten sind **Oxyde der Alcoholradicale**. Ist ein Säureradical und ein Alcoholradical mit Sauerstoff in Verbindung, so heissen diese Körper zusammengesetzte Aether oder Ester:

$$\underbrace{C_2H_5Na}_{\text{Aethylnatrium}} + \underbrace{C_2H_3OCl}_{\text{Chloracetyl}} = NaCl + \underbrace{C_2H_5 . O . C_2H_3O}_{\text{Essigäther}}$$

$$\underbrace{C_{16}H_{33}Cl}_{\text{Chlorcetyl}} + C_{16}H_{31} . ONa = NaCl + \underbrace{C_{16}H_{33} . O . C_{16}H_{31}O}_{\text{Palmitins. Cetyläther = Walrath}}$$

$C_2H_5Cl + NO_2 . OK = KCl + C_2H_5 . O . (NO_2)$ Salpeters. Aethyläther

$C_2H_5OH + NO . OH = H_2O + C_2H_5 . O . (NO)$ Salpetrigs. Aethyläth.

Letztere Verbindung ist isomer mit **Nitroäthan** $C_2H_5NO_2$.

Oder werden in mehrbasischen organischen oder Mineralsäuren ein oder mehrere Wasserstoffatome durch Alkyle ersetzt, so entstehen im ersten Falle die **Alkylsäuren**, im zweiten Falle die sogenannten **Aethersäuren**:

$$\underbrace{C_2H_5 . O . SO_2 . OH}_{\text{Aethylschwefelsäure}} \qquad \underbrace{C_2H_5 . O . SO_2 . O . C_2H_5}_{\text{Schwefelsäureäthylester}}$$

Endlich verbinden sich zwei einwerthige organische Säureradicale durch ein Sauerstoffatom miteinander, so entstehen die Oxyde der Säureradicale oder die **Anhydride der Säuren** und entsprechen den Oxyden der Alcoholradicale der Aethane:

$C_2H_3O . OK + C_2H_3OCl = KCl + C_2H_3O . O . C_2H_3O =$ Essigsäureanhydrid

$C_7H_5OCl + C_7H_5O . ONa = NaCl + C_7H_5O . O . C_7H_5O =$ Benzoësäureanhydrid

Auch hier lassen sich, ähnlich den gemischten Aethern, gemischte Säureanhydride darstellen, wie Acetylbuttersäureanhydrid $C_2H_3O . O . C_4H_8O$, Benzoylessigsäureanhydrid $C_7H_5O . O . C_2H_3O$.

Auch die Dihydroxylverbindungen, die Glycole und Phenole, vermögen mit Alcohol oder Säureradicalen Aether und Ester, ebenso wie die Trihydroxyle, die Glycerine, Methyl, Aethyl etc., Glyceride zu bilden; die Glyceride mit organischen Säureradicalen werden einfach nach der Säure Acetin, Stearin, Palmitin etc. benannt.

Die Glycole und Glycerine haben noch die Eigenthümlichkeit, dass sich mehrere Molecüle unter einander unter Abscheidung von Wasser zu Polyglycolen und Polyglycerinen vereinigen können, Verbindungen, die aber auch noch zu den Aethern zu rechnen sind.

Von den Aethern der Dioxybenzole und Dioxytoluole oder zweiwerthigen Phenole haben ein besonderes Interesse das **Guajacol** = **Monomethylbrenzcatechinäther** = $C_7H_8O_2 = C_6H_4 . OCH_3 . OH$, eine stark lichtbrechende Flüssigkeit bei 200° C. siedend und das **Kreosol** = **Monomethylhomobrenzcatechinäther** = $C_8H_{10}O_2 = C_6H_3 . CH_3 . OH . OCH_3$, eine bei 220° C. siedende Flüssigkeit; das Gemisch beider bildet in wechselnden Mengen die Hauptbestandtheile des **Buchenholztheerkreosotes**, beide finden sich auch in den trocknen Destillationsproducten des Guajakharzes; ersteres aber nur im Steinkohlentheer. Auch die Aether der Pyrogallussäure sind im Buchenholztheer enthalten. — Siehe Tabellen Seite 322 und 323. —

Die **Ester** des **Glycerin** oder **Glyceride** sind als **Triglyceride** die Hauptbestandtheile der Pflanzen- und Thierfette, so findet sich das **Triacetin** oder der dreifach essigsaure Glycerinäther $C_3H_5 . O_3(C_2H_3O)_3$ im Spindelbaumöl von Evonymus europaeus L., das **Trilaurin** $C_3H_5 . O_3 . (C_{12}H_{23}O)_3$ im Lorbeeröl und Cocusöl; das **Tributyrin** $C_3H_5 . O_3 . (C_4H_7O)_3$ in der Butter; am häufigsten kommen aber **Tripalmitin**, **Triolein** und **Tristearin** in Fetten und Oelen vor, jedoch sind diese niemals einfache Glyceride wie Olein oder Stearin, sondern stets Gemische und können daher die Fette und Oele am Besten durch die allgemeine Formel:

$$\left.\begin{array}{ll} \text{Stearinsaurer} & C_{18}H_{35}O \\ \text{Palmitinsaurer} & C_{16}H_{31}O \\ \text{Oelsaurer} & C_{18}H_{33}O \\ \text{Glyceryläther} & C_3H_5^{III} \end{array}\right\} O_3$$

bezeichnet werden.

Die Glyceride werden durch Alkalien in fettsaure Salze und Glycerin gespalten, jedoch geht die Zersetzung nicht plötzlich vor sich, sondern es bilden sich zuerst aus den Triglyceriden: **Diglyceride** und bei weiterer Alkaliwirkung **Monoglyceride**, bis dann vollkommene Spaltung eintritt.

Die Glyceride werden aber auch nicht gleichmässig von den Alkalien angegriffen, so ist z. B. Stearin und Palmitin leichter verseifbar als das Olein, denn beim gelinden Erwärmen von Olivenöl mit Natronlauge werden die erstgenannten früher verseift, ehe das Olein angegriffen wird. Es liegt in diesem Verhalten eine Methode, das Olein von Palmitin und Stearin zu trennen.

Ammoniac H_3N, welches sich in seinen Eigenschaften den Alkalihydraten analog verhält, vermag die Fette nicht zu verseifen. Durch Schütteln von Ammoniacflüssigkeit mit Oel entsteht nur eine Emulsion, welche sich aber nach langem Stehen an der Luft zersetzt, indem nach Verflüchtigung des Ammoniac das unzersetzte Oel zurückbleibt.

Organische Verbindungen, welche sich vom Ammoniac ableiten und der Ammoniumtheorie eine Stütze verleihen, sind aber wohl im Stande, die Fette und Oele zu verseifen, es sind

Aether und

Siehe Anmerkung

Fettkörper

Name und Formel	Aggregatzustand	Siedep. Schmelzpunkt	Spec. Gew.	bei °C.
				Normale oder
Methyläther $(CH_3)_2O$	G.	— 23,6	1,617 Luft	15°
Aethyläther $(C_2H_5)_2O$	Fl.	35,5	0,736	0°
Cetyläther $(C_{16}H_{33})_2O$	Kr.	55/300	—	—
				Gemischte
Methyläthyläther $CH_3 . O . C_2H_5$	Fl.	+ 11	—	—
Methylpropyläther $CH_3 . O . C_3H_7$	„	50	—	—
Butyläthyläther $C_4H_9 . O . C_2H_5$	„	—	—	—
				Ester oder
Ameisensäure-Methylester $C_2H_4O_2$ = $HCO . O . CH_3$; $(H . COO\ CH_3)$	Fl.	33	—	—
Ameisensäure-Aethylester $C_3H_6O_2$ = $CHO . O . C_2H_5$; $(H . COO\ C_2H_5)$	„	55	—	—
Essigsäure-Methylester $C_3H_6O_2$ = $C_2H_3O . O . CH_3$; $(CH_3\ COO\ CH_3)$	„	55	—	—
Essigsäure-Aethylester $C_4H_8O_2$ = $C_2H_3O . O . C_2H_5$; $(CH_3 . COOCH_3)$	„	77	—	—
Propionsäure-Methylester $C_4H_8O_2$ = $C_3H_5O . O . CH_3$; $(C_2H_5 . COOCH_3)$	„	—	—	—
Buttersäure-Aethylester $C_6H_{12}O_2$ = $C_4H_7O . O . C_2H_5$; $(C_3H_7 . COOC_2H_5)$	„	—	—	—
				Aether der
Essigsäureanhydrid $C_4H_6O_3$ $(CH_3 . CO)_2O$	Fl.	138	1,073	15°
Buttersäureanhydrid $(C_4H_7O)_2O$	„	140,5	0,978	12°
				Ester der Glycole I und der
I. Essigsäure-Aethylenester, einfach $C_4H_8O_3$; $C_2H_4 . OH . O . C_2H_3O$	Fl.	182	—	—
Essigsäure-Aethylenester, zweifach $C_6H_{10}O_4$; $C_2H_4 . O_2 . (C_2H_3O)_2$	„	185	—	—
				Ester der Glycerine I und
I. Monacetin $C_3H_5(OH)_2 . O . C_2H_3O$	Fl.	290	1,20	15°
Diacetin $C_3H_5 . (OH) . O_2 . (C_2H_3O)_2$	„	—40/280	1,184	16°
Triacetin $C_3H_5 . O_3 . C_2H_3O)_3$	„	268	1,174	0°
Salpeters. Glycerinester, fälschl. Nitroglycerin = $C_3H_5(ONO_2)_3$	Kr.	—10/260 explodirt	1,60	15°

Aetherarten.

auf Seite 288/289.

Aromatische Körper.

Name und Formel	Aggregatzustand	Siedep. Schmelzpunkt	Spec. Gew.	bei °C.
einfache Aether.				
Phenyläther $(C_6H_5)_2O$	Kr.	28/253	—	—
p-Kresyläth. $(C_7H_7)_2O = (C_6H_5CH_2)_2O$	„	50/284	—	—
α-Dinaphtylenoxyd $(C_{10}H_6)_2O$ . .	„	82	—	—
Aether.				
Anisol $C_6H_5.O.CH_3$	Fl.	152	0,991	15°
Phenethol $C_6H_5.O.C_2H_5$ . . .	„	172	—	—
β-Aethyl-Naphthyläth. $C_{10}H_7.O.C_2H_5$	Kr.	33/274	—	—
zusammengesetzte Aether.				
Benzoësäure-Methylester $C_8H_8O_2 = C_7H_5O.O.CH_3$; $(C_6H_5.COOCH_3)$	Fl.	199	—	—
Salicylsäure-Methylester = Essigsäure-Phenyläther = $C_8H_8O_2 = C_2H_3O.O.C_6H_5$; $(CH_3.COOC_6H_5)$	„	190	—	—
Benzoësäure-Aethylester $C_9H_{10}O_2 = C_7H_5O.O.C_2H_5$; $(C_6H_5.COOCH_3)$	„	211	—	—
Benzoësäure-Phenylester $C_{13}H_{10}O_2 = C_7H_5O.O.C_6H_5$; $(C_6H_5.COOC_6H_5)$	Kr.	66	—	—
Gaultheriaoel $C_7H_8O_3 = C_6H_4(OH)COOCH_3$	Fl.	220	1,18	10°
Säureradicale = Säureanhydride.				
Benzoësäureanhydrid $C_{14}H_{10}O_3 = (C_6H_5.CO)_2O$	Kr.	42/350	1,23	15°
Salicylsäureanhydrid $(C_6H_4CO)_2O_2$	„	142/subl.	—	—
Aether der zweiwerthigen Phenole II.				
II. Guajacol $C_7H_8O_2$; $C_6H_4.OH.O.CH_3$	Fl.	200	1,12	12°
Dimethylbrenzcatech. $C_6H_4.O_2(CH_3)_2$	„	205	—	—
Kreosol $C_8H_{10}O_2$; $C_6H_3CH_3.OH.OCH_3$	„	220	—	—
Methylkreosol $C_6H_2.CH_3.O_2.(CH_3)_2$	„	215	—	—
der dreiwerthigen Phenole II.				
II. Dimethylpyrogallol $C_8H_{11}O_2 = C_6H_3.(O.CH_3)_2.OH$	Kr.	50	—	—
Triacetylpyrogallol $C_{12}H_{12}O_6 = C_6H_3(O.C_2H_3O)_3$	„	60	—	—

Tetra-methyl-ammoniumhydrat $(CH_3)_4N.OH$ und homologe Verbindungen von stark ätzender Wirkung, welche auch aus Kupferlösungen Kupferoxydhydrat abscheiden und aus heissen Lösungen, wie die Alkalien, schwarzes Kupferoxyd fällen, während Ammoniac NH_3 Kupferoxyd in der hydratischen Form sowohl in der Hitze als Kälte gelöst hält.

Charakteristisch für die Fette ist es, dass sie beim starken Erhitzen sich zersetzen und dabei scharfe, stechende, unangenehm riechende Acroleindämpfe entwickeln, die sich aber nur durch Abspaltung von Wasser aus dem Glycerin bilden $C_3H_5(OH)_3 - 2H_2O = C_3H_4O$ = Acrylaldehyd — Seite 294 —. Durch heisse Wasserdämpfe unter Druck, ebenso durch überhitzten Wasserdampf werden sie in Glycerin und Fettsäuren gespalten und beruht auf letzterem Verfahren die heutige Stearinsäurefabrikation aus festen Fetten zum grossen Theil aus Palmöl, wobei als Nebenproducte Glycerin und Oelsäure gewonnen werden — Seite 314 —.

Die zusammengesetzten Aether oder Ester sind, wie sich aus den Beispielen der Triglyceriden = Fettzersetzungen ergiebt, sehr leicht durch Alkalien etc. unter Spaltung in die entsprechende Säure und den resp. Alcohol zersetzbar. Es spaltet sich daher der **Salpetersäure-Methylester** = **Methylnitrat** $CH_3(ONO_2) = CH_3.O.NO_2$, welcher durch Einwirkung von Salpetersäure auf Methylalcohol entsteht, bei 66° C. siedet, dessen Dampf bei 166° C. explodirt und zu den furchtbarsten Explosionen schon Veranlassung gegeben hat, in: salpetersaures Alkali und Methylalcohol. Dieser Körper wird in der Theerfarbenindustrie in Massen zur Darstellung von Methylanilingrün gebraucht.

Während die normalen und gemischten Aether = Alkyloxyde eine grosse Beständigkeit gegen Alkalimetalle, Alkalien, verdünnte Mineralsäuren zeigen, Phosphorsäureanhydrid auf die bezeichneten wasserfreien Aether ohne Einwirkung ist, bringt Schwefelsäureanhydrid bedeutende Spaltungen hervor, z. B. beim Aethyläther $(C_2H_5)_2O$ in Aethylschwefelsäure, Schwefelsäure-Aethylester — Seite 319 — und **Aethionsäure** $CH_2.O.SO_3H.CH_2$

. SO_3H; letztere eine zweibasische Säure, welche mit Wasser in Schwefelsäure und Isäthionsäure — Seite 320 — zerfällt. Salpetersäure wirkt erst beim Erwärmen unter Essigsäure-, Oxalsäure-, Kohlensäurebildung etc. ein.

Es ist noch zu bemerken, dass nur Aether von primären und secundären Alcoholen — Seite 284 —, nicht aber von tertiären Alcoholen bekannt sind.

Hydrosulf- und Sulfderivate der Kohlenwasserstoffe.

Substanzen, welche durch chemische Metamorphosen auseinander erzeugt werden, wie in den vorhergehenden Abschnitten nachgewiesen, bilden, in eine Reihe zusammengefasst, die sogenannten **heterologen** oder **genetischen Reihen**, z. B. bilden:

Aethan, Aethylalcohol, Aethylaldehyd, Essigsäure, Aethyläther; **Propan**, Propylalcohol, Propaldehyd, Aceton, Propionsäure, Propyläther; **Toluol**, Benzylalcohol, Benzaldehyd, Benzoësäure, Benzyläther, je eine heterologe Reihe; gleiche Reihen werden gebildet, wenn in diesen Verbindungen die Hydroxylgruppe $\underbrace{OH^{I}}$ durch die Hydrosulfylgruppe $\underbrace{SH^{I}}$ oder der Sauerstoff durch den zweiwerthigen Schwefel S^{II} ersetzt wird; die Verbindungen werden Thio- oder Sulfoverbindungen genannt; also **Sulfaldehyd = Thioaldehyd**; **Sulfäther = Thioäther, Thiophenole** etc.; nur die Alkylsulfhydrate oder **Sulfalcohole** haben eine besondere Bezeichnung **Mercaptane** von Corpus mercurium captans, weil alle Mercaptane mit Quecksilberoxydlösung ein weisses Präcipität liefern $C_2H_5.SHgCl$ = Chlorquecksilbermercaptid. Während in den Alcoholen der Wasserstoff nur durch Alkalimetalle zu ersetzen ist, ist eine Ersetzung in den Mercaptanen auch durch Schwermetalle möglich und werden die Verbindungen **Mercaptide** genannt. $(C_2H_5S)_2Hg$ = Quecksilbermercaptid.

Mit Hülfe von Kalium- oder Natriumsulfhydrat und den Halogenderivaten der Kohlenwasserstoffe etc. lassen sich leicht Mercaptane, Sulfsäuren und Sulfäther darstellen, aber auch durch Einwirkung von Phosphorpentasulfid auf die

Alcohole. **Sulfaldehyd** bildet sich sogar schon beim Einleiten von Schwefelwasserstoffgas in Aldehyd, es scheidet sich dabei eine ölartige Masse ab, die erst durch Zersetzung mit einer Säure Sulfaldehyd liefert.

Die genetischen Sulforeihen sind daher:

$\underbrace{C_2H_6}_{\text{Aethan}}$; $\underbrace{C_2H_6S = CH_3.CH_2SH}_{\text{Aethylmercaptan}}$; $\underbrace{C_2H_4S = CH_3.CSH}_{\text{Sulfaldehyd}}$;

$\underbrace{C_2H_4OS = CH_3.CO.SH}_{\text{Thiacetsäure}}$; $\underbrace{(C_2H_5)_2S}_{\text{Thioäther}}$; $\underbrace{(C_2H_3O)_2S}_{\text{Acetylsulfid}}$;

$\underbrace{C_2H_4(SH)_2}_{\text{Aethylenmercaptan}}$; $\underbrace{CH_2.SH.COOH}_{\text{Thioglycolsäure}}$. $\left(\underbrace{(C_3H_5)_2S}_{\text{Knoblauchöl = Sulfallyl}}\right)$

$\underbrace{C_7H_8}_{\text{Toluol}}$; $\underbrace{C_6H_5.CH_2SH}_{\text{Benzylmercaptan}}$; $\underbrace{C_6H_5.CSH}_{\text{Thiobenzaldehyd}}$;

$\underbrace{C_6H_5.CO.SH}_{\text{Thiobenzoësäure}}$; $\underbrace{(C_7H_7)_2S}_{\text{Thiobenzyläther}}$.

Alle diese Verbindungen haben einen unangenehmen knoblauchartigen Geruch und sind in Wasser schwer oder unlöslich und haben nur ein näheres Interesse:

Methylmercaptan	$CH_3.SH$	Siedep.	20°		
Aethylmercaptan	$C_2H_5.SH$	„	36°	spec. Gew.	= 0,845
Schwefelmethyl	$(CH_3)_2S$	„	41°	„ „	= 0,831
Schwefeläthyl	$(C_2H_5)_2S$	„	91°	„ „	= 0,825

weil diese Verbindungen im Steinkohlentheer resp. Rohbenzol aufgefunden sind und jedenfalls ein Gemisch derselben mit dem von Mansfield im Theer gefundenen **Alliol**, von Allium, der Lauch, identisch ist.

Die Mercaptane und Thioäther werden durch Salpetersäure oxydirt und je nach der Concentration der Säure bilden sich aus den Sulfäthern Sulfoxyde: $(C_2H_5)_2SO$ = **Diäthylsulfoxyd** oder $(C_2H_5)_2SO_2$ = **Diäthylsulfon** und ist erstere Verbindung den Ketonen ähnlich, sie lassen sich durch nascirenden Wasserstoff zu Thioäther wieder desoxydiren. Die Mercaptane nehmen bei der Oxydation direct 3 Atome Sauerstoff auf und gehen in die **Hydrosulfongruppe** oder **Sulfongruppe** $\underbrace{SO_3H}$ = $\underbrace{SO_2OH}$ über, also Aethylmercaptan $C_2H_5.SH$ liefert $C_2H_5.SO_3H$ = **Aethyl-**

sulfonsäure = äthylschweflige Säure, welche Verbindung sich aber auch bei der Einwirkung von Jodäthyl auf schwefligsaures Natrium bildet.

Die der Aethylsulfonsäure entsprechende aromatische Säure, **Benzolsulfonsäure** $C_6H_5 . SO_2H$, bildet sich bei der Einwirkung von Schwefelsäure auf Benzol unter Wasserabscheidung.

Werden die Chloride der Sulfonsäuren mit Natriumamalgam oder Zinkstaub behandelt, so bilden sich daraus die **Sulfinsäuren** mit der **Hydrosulfingruppe** $\underbrace{SO_2H}$ oder $\underbrace{SO . OH}$, also **Aethylsulfinsäure** $C_2H_5 . SO_2H$.

Höchstes Oxydationglied des Mercaptans ist die **Oxyäthylsulfonsäure** = **Isäthionsäure** $C_2H_6SO_4 = CH_2 . OH . CH_2SO_3H$, isomer mit der **Aethylschwefelsäure** $C_2H_6SO_4 = C_2H_5 . HSO_4 = C_2H_5O . SO_2 . OH$ — Seite 319 —, welche letztere ja zur Darstellung der verschiedensten Fruchtäther und namentlich zur Umwandlung des Alcohol in Aether par excellence $(C_2H_5)_2O$ dient.

Zu den Sulfderivaten, welche trockne Destillationsproducte der Fossilien sind, gehören auch noch:

Schwefelkohlenstoff CS_2 und zwar findet sich dieser in den leicht siedenden Theilen des Rohbenzols und regelmässig im Leuchtgase. Er ist eine gelbliche, stark lichtbrechende Flüssigkeit, welche bei 47° C. siedet und ein spec. Gew. = 1,272 bei 15° C. hat und

Kohlenoxydsulfid COS, welches sicher im Steinkohlentheer vorhanden ist, da die Bildungsbedingungen vorhanden sind. Es ist ein farbloses Gas, leicht entzündlich, an der Luft sich leicht zersetzt, schwach saure Reaction zeigt und dessen Geruch schwach nach Schwefelwasserstoff ist, andererseits das Prickelnde der Kohlensäure zeigt.

Nitrogenderivate der Kohlenwasserstoffe.

Nitro- und Nitroseverbindungen.

Bei der Bildung zusammengesetzter Aether oder Ester ist — Seite 319 — eine Gleichung angeführt, nach welcher sich beim Behandeln von Chloräthyl mit Kalisalpeter Salpetersäure-Aethylester ergiebt; entsprechend wäre die

Bildung des Salpetrigsäure-Aethylester durch Einwirkung von Aethylchlorid auf salpetrigsaures Kalium oder von Aethyljodid auf salpetrigsaures Silber, aber dabei bildet sich kein Ester oder nur zum geringsten Theile, sondern eine Nitroverbindung, **Nitroäthan** $C_2H_5(NO_2)^I$, welche isomer mit obengenanntem Ester ist. Bei der entsprechenden Jodmethylwirkung bildet sich nur **Nitromethan** $CH_3(NO_2)$. Diese Verbindungen, **Nitrocarbüre**, enthalten die einwerthige **Nitrogruppe** $(NO_2)^I$ direct am Kohlenwasserstoffatom, während bei den isomeren Estern sich an dieses ein Sauerstoffatom und daran die **Nitrosogruppe** $(NO)^I$ lagert. $CH_3.O.(NO)$ = Methylnitrit.

Beide Körperklassen unterscheiden sich auch durch den Siedepunkt, der bei den Estern niedriger ist, ferner gegen Kalilauge, welche die Ester nach Art der Ester — Seite 324 — zersetzt, während die Nitroethane, welche einen schwach sauren Charakter zeigen, Kaliumnitroethane bilden; namentlich aber durch ihr Verhalten gegen nascirenden Wasserstoff, welcher die Nitrocarbüre in substituirte Ammoniace — Aminbasen — verwandelt, die Ester in Alcohol und reines Ammoniac spaltet.

$C_2H_5(NO_2) + 3H_2 = 2H_2O + C_2H_5.(NH_2)$ Aethylamin

$C_2H_5.O.(NO) + 3H_2 = H_2O + C_2H_5.OH + NH_3$

In den Reihen der aromatischen Körper sind nur die Nitroverbindungen $(NO_2)^I$ bekannt und werden durch Einwirkung von Salpetersäure oder von Salpeter- und Schwefelsäure auf die aromatischen Substanzen dargestellt; abweichend von der Darstellung dieser Körper in der Fettkörperreihe, welche durch diese Manipulationen in der mannigfachsten Art zersetzt werden — Seite 211 —.

Die Nitrirung findet nur am Benzolkern, nicht aber an der der Fettkörperreihe angehörenden Seitenketten statt.

$C_6H_6 + HO.NO_2 = H_2O + C_6H_5(NO_2)$ = Nitrobenzol

$C_6H_5.CH_3 + HO.NO_2 = H_2O + C_6H_4(NO_2).CH_3$ = Nitrotoluol.

Verdünnte Salpetersäure wirkt auf Benzol und seine Homologen nicht nitrirend, wohl aber auf einige Phenole; die kohlenstoffhaltige Seitenkette der Benzolgruppe wird dadurch aber gewöhnlich in Carboxyl verwandelt.

Die Substitutionsproducte des Benzols und seiner Homologen werden leicht nitrirt, so z. B. die Phenole und aromatischen Säuren etc.

Wie es primäre, secundäre und tertiäre Halogen- und Hydroxyl- etc. Derivate der Kohlenwasserstoffe der Fettkörper giebt, so giebt es auch solche Nitrocarbüre und zwar enthalten nur die primären und secundären vertretbaren Wasserstoff, die tertiären sind indifferent und nicht mit Basen zu verbinden. Ebenso lassen sich Wasserstoffatome durch die Nitrogruppe ersetzen und sind in der Fettreihe bis jetzt nur Verbindungen bis zur Tetranitrirung bekannt, während in den aromatischen Verbindungen eine sechsfache Nitrirung möglich ist. Die freien Wasserstoffatome können aber auch noch durch Halogen-, Hydroxyl-, Amin- etc. Gruppen ersetzt werden.

Die Nitroderivate werden von den meisten Reagentien wenig angegriffen, selbst Halogene wirken schwierig ein, so dass die angeführten Substitutionsproducte auf Umwegen dargestellt werden müssen.

Nitroderivate der Kohlenwasserstoffe sind theils flüssige, ölartige, im Wasser untersinkende, theils feste Körper, welche in Wasser wenig, in Alcohol und Aether etc. mehr oder weniger löslich sind; der Siedepunkt und Schmelzpunkt liegt um so höher, je mehr Nitrogruppen vorhanden sind. Nur die Monoderivate können für sich oder mit Wasserdämpfen destillirt werden, die höher nitrirten zerfallen beim raschen Erhitzen meistens unter Explosion und sind zuweilen nur mit Wasserdämpfen destillirbar.

Nitrosoverbindungen, entsprechend den Nitroverbindungen, welche die Nitrosogruppe (NO) direct an Kohlenwasserstoff enthalten, sind da sehr schwierig darstellbar, nur wenig bekannt: wie **Nitrosobenzol** $C_6H_5(NO)$ und **Nitrosonaphtalin** $C_{10}H_7(NO)$; auch vermögen die Monooxybenzole die NO-Gruppe einmal, Orcin und Resorcin hingegen zweimal aufzunehmen und geben diese Nitrosoverbindungen in Gegenwart von Phenolen und Schwefelsäure einen Farbstoff von bis jetzt unbekannter Constitution, der sich in Kali mit prachtvoll blauer Farbe löst; „Liebermann'sche Reaction."

Nitroderivate der

Siehe Anmerkung

Kohlenwasserstoffe der Fettkörperreihe I.

Name und Formel	Aggregatzustand	Schmelzpunkt Siedep.	Spec. Gew.	bei °C.
I. Nitromethan $CH_3 . NO_2$	Fl.	101	—	—
Nitroform $CH(NO_2)_3$	Kr.	15	—	—
Nitrochloroform = Chlorpikrin $C(NO_2)Cl_3$	Fl.	112	1,692	0°
Nitrobromoform $C(NO_2)Br_3$	Kr.	10/zers.	—	—
Nitrokohlenstoff $C(NO_2)_4$	„	13/126	—	—
Nitroäthan $C_2H_5 . NO_2$	„	113	1,058	13°
Dinitroäthan $C_2H_4(NO_2)_2$	„	185	1,350	20°
Nitropropan $C_3H_7 . NO_2$	Fl.	125	1,035	0°
α-Bromnitropropan = $CH_3 . CH_2 CH NO_2 Br$	„	165	—	—
Nitrobutylen $C_4H_7 NO_2$	„	155	—	—
Allylnitroäthan $C_5H_9NO_2$ = $CH_3 . CH(NO_2) C_3H_5$	„	zers.	—	—
Nitroisobutan $C_4H_8N_2O_4$ = $(CH_3)_2 CH . CH(NO_2)_2$	„	expl.	—	—
Nitroisopentan $C_5H_{11} NO_2$ = $(CH_3)_2 CH . CH_2 . CH_2 . NO_2$	„	150	—	—
II. Phenole, Naphtole etc.				
o-Nitrophenol $C_6H_4NO_2 . OH$	Kr.	45/214	—	—
p-Nitrophenol $C_6H_4NO_2 . OH$	„	115	—	—
Nitrochlorphenol $C_6H_3Cl . NO_2 . OH$	„	148	—	—
α-Dinitrophenol $C_6H_3(NO_2)_2 OH$	„	114	—	—
β-Dinitrophenol $C_6H_3(NO_2)_2 OH$	„	144	—	—
α-Trinitrophenol = Pikrinsäure $C_6H_2(NO_2)_3 OH$	„	123	—	—
β-Trinitrophenol $C_6H_2(NO_2)_3 OH$	„	96	—	—
m-Nitroxylol $C_6H_3 . NO_2(CH_3)_2$	Fl.	238	—	—
α-Nitronaphthol $C_{10}H_6 NO_2 . OH$	Kr.	164	—	—
Dinitronaphtol $C_{10}H_5(NO_2)_2 OH$	„	216	—	—
α-Tetranitronaphtol $C_{10}H_9(NO_2)_4 . O$	„	259	—	—

Kohlenwasserstoffe etc.

auf Seite 288/289.

Aromatische Kohlenwasserstoffderivate II.

Name und Formel	Aggregatzustand	Schmelzpunkt Siedep.	Spec. Gew.	bei °C.
II. Nitrobenzol $C_6H_5 . NO_2$	Kr.	3/205	1,186	14°
o-Nitrochlorbenzol $C_6H_4Cl . NO_2$.	„	32	—	—
o-Dinitrobenzol $C_{10}H_4(NO_2)_2$ . .	„	118 subl.	—	—
m-Dinitrobenzol $C_{10}H_4(NO_2)_2$ . .	„	89,8	—	—
p-Dinitrobenzol $C_{10}H_4(NO_2)_2$ . .	„	171 subl.	—	—
Trinitrobenzol $C_6H_3 . (NO_2)_3$ . . .	„	121 subl.	—	—
p-Nitrodiphenyl $C_6H_4NO_2 . C_6H_5$.	„	113/340	—	—
Isodinitrodiphenyl = o-Nitro- = p-Nitrodiphenyl $C_6H_4(NO_2)_2C_6H_4$	„	93,5	—	—
m-Nitrotoluol $C_7H_7 . NO_2$	„	16/230	1,168	20°
o-Nitrotoluol $C_6H_4 . NO_2 . CH_3$ . .	Fl.	222	1,162	23°
Trinitroparaxylol $C_6H(CH_3)_2(NO_2)_3$	Kr.	137	—	—
α-Nitronaphtalin $C_{10}H_7 . NO_2$ . .	„	61	—	—
β-Dinitronaphtalin $C_{10}H_6(NO_2)_2$.	„	170	—	—
α-Trinitronaphtalin $C_{10}H_5(NO_2)_3$.	„	122	—	—
Tetranitronaphtalin $C_{10}H_4(NO_2)_4$.	„	200	—	—
Aromatische Aldehyde und Säuren.				
o-Nitrobenzaldehyd = $C_6H_4 . NO_2 . COH$	Kr.	46	—	—
o-Nitrobenzoësäure = $C_6H_4 . NO_2 . COOH$	„	145	—	—
p-Nitrobenzoësäure = Nitrodracylsäure	„	240	—	—
α-Nitrosalicylsäure = Anilsäure $C_6H_3 . NO_2 . OH . COOH$	„	228	—	—
Nitroisophtalsäure = $C_6H_3(NO_2)(COOH)_2$	„	212	—	—
p-Nitrozimmtsäure = $C_6H_4(NO_2)CH . CH . COOH$	„	265	—	—
Nitrophenylglyoxylsäure = $C_6H_4 . NO_2 . CO . COOH$ . . .	„	46	—	—

Die wichtigsten technischen Nitroproducte sind die der Benzole, Phenole, Naphtole, da sie in der Theerfarbenindustrie eine bedeutende Rolle spielen und zum Ausgangspunkt einer Anzahl anderer Verbindungen dienen:

Nitrobenzol.

Nitrobenzid; Essence de Mirbane $C_6H_5.NO_2$. 1834 von Mitscherlich entdeckt, später von Collas in Paris als Mirbanessenz in den Handel gebracht. Wird durch Einwirkung sehr concentrirter Salpetersäure oder rauchender Salpetersäure auf Benzol dargestellt und zwar lässt es sich auch im Kleinen gewinnen durch Eintragen von Benzol in kalt gehaltene Salpetersäure, so lange noch Lösung stattfindet; nach einigem Stehen ist die Wirkung vollendet und auf Zusatz von Wasser scheidet sich das schwerere Nitrobenzol ölartig ab, welches dann mit Sodalösung etc. gewaschen wird. Beachtenswerth sind die Waschwässer, welche beim Auswaschen des Nitrobenzol resultiren, sie enthalten Pikrinsäure, Oxalsäure, Blausäure und Benzoësäure. Das Nitrobenzol ist eine gelbliche, stark lichtbrechende Flüssigkeit von eigenthümlichem, den Bittermandeln ähnlichen Geruche, welche bei — 3° C. in Nadeln krystallisirt und bei 210° C. siedet. Spec. Gew. = 1,186 bei 15° C.; in Wasser kaum (0,2 %), in Alcohol, Aether, Benzol und concentrirter Salpetersäure löslich und ist selbst Lösungsmittel für viele organische Stoffe, die sich gegen andere Lösungsmittel fast indifferent verhalten, z. B. Anthracen. Das Nitrobenzol ist sehr giftig und charakteristisch sind Taumel und schlafsüchtiger Zustand. Als Handelsproducte zu technischen Zwecken kommen 3 Sorten vor, deren Unterschiede nicht mit Rücksicht auf das specifische Gewicht gemacht sind: 1. **leichtes** zwischen 205—210° C. siedend, wird vorzugsweise Mirbanöl genannt, ist ziemlich rein, dient zu Parfümeriezwecken, Seifen etc. und von fast reinem Anilin für Blau und Schwarz; 2. **schweres**, welches zwischen 210—220° C. siedet, Rohnitrobenzol genannt wird, ein specifisches Gewicht = 1,19° C. = 23° Beaumé hat, aus Nitrotoluol und Nitrobenzol besteht und zur Gewinnung des gewöhnlichen Anilin-

öles für Roth — Fuchsin — benutzt wird; 3. **sehr schweres**, Siedepunkt 222—235° C., specifisches Gewicht = 21° B., enthält kaum noch Nitrobenzol, sondern besteht hauptsächlich aus **Nitrotoluolen**, die auch auf Blau verarbeitet werden.

Trinitrophenol; Pikrinsäure; Kohlenstickstoffsäure $C_6H_3N_3O_7$ $= C_6H_2(NO_2)_3 . OH$. Schon 1771 von Woulfe und 1788 von Hausmann bei der Behandlung von Indigo mit Salpetersäure beobachtet, von Welter 1799 durch Behandlung von Seide mit Salpetersäure rein dargestellt und Welters Bitter genannt.

Concentrirte Salpetersäure wirkt so heftig auf Phenol ein, dass jeder Tropfen der Säure, in Phenol fallen gelassen, ein Geräusch erzeugt, als wenn glühendes Eisen in Wasser eingetaucht wird.

Dabei bildet sich aber **Nitro-** und **Dinitrophenol**, während die Pikrinsäure bei Behandlung von Phenol mit Schwefelsäure und Salpetersäure oder Phenolsulfosäure mit Salpetersäure erhalten wird; sie bildet aber auch bei Einwirkung dieser Säure auf verschiedene Harze — Aloë, Benzoë — Wolle, Leder, Cumarin, Phloridzin, Salicin etc. Bei der Darstellung im Grossen bildet sich neben salpetriger Säure auch Blausäure und ist die Salpetersäure noch chlorhaltig gewesen, auch **Chlorpikrin** = **Nitrochloroform** $CNO_2 . Cl_3$, eine farblose ölartige Flüssigkeit von fürchterlich stechendem Geruche, thränenreizender Wirkung und erzeugt auf der äusseren Haut eine Art Brandwunde. Das Chlorpikrin ist gegen Säuren und Alkalien indifferent.

Die Pikrinsäure krystallisirt in hellgelben stark glänzenden Blättchen oder Prismen, die sich schwer in kaltem in 86 Th.), leichter in heissem Wasser (in 26 Th.) lösen, leicht in Aether, Alcohol, concentrirter Schwefelsäure und färbt diese Lösungsmittel intensiv gelb, während die Lösungen in Petroleumäther und Chloroform fast gar nicht gefärbt sind. Schmilzt bei 122° C. und zersetzt sich bei starker Erhitzung in Stickoxyd, Wasser, Kohlensäure und Blausäure. Das Trinitrophenol macht sich bei der Einwirkung auf den Organismus neben sonstigen giftigen Eigenschaften auch als starke Säure geltend, deren Salz-**Pikrate** gut krystallisiren und sehr

explosiv sind. Mit Benzol, Naphtalin, Anthracen, Chrysen geht die Pikrinsäure krystallisirbare Verbindungen ein; mit Chlorkalk behandelt geht sie in **Chlorpikrin** $CNO_2 . Cl_3$ und mit Phosphorpentachlorid in **Trinitrochlorbenzol** $C_6H_2Cl(NO_2)_3$ über.

Die technische Verwendung ist eine sehr mannigfache, namentlich zum Gelbfärben von Seide und Wolle und wird häufig — gelbes Anilin — genannt, auch zum Grünfärben mit Indigo oder Anilinblau und anderen Mischfarbenund zur Bereitung mittelst Cyankalium des Kalisalzes der im freien Zustande nicht bekannten **Isopurpursäure** = **Pikrocyaminsäure** = $C_8H_4 . H . N_5O_6$. Das Ammoniumsalz als Granat soluble, Granatbraun findet vielfache Anwendung. Auch die Anwendung in der Pyrotechnik ist eine bedeutende.

Dinitro-α-naphtol = $C_{10}H_5(NO_2)_2 . OH$ ist eine ziemlich starksaure Flüssigkeit, welche Kohlensäure aus Carbonaten treibt und dessen Salze, theils in Wasser, theils in Alcohol löslich, orangegelb oder wenig roth gefärbt sind. Das Kalksalz $(C_{10}H_5(NO_2)_2 . O_2 . Ca^{II} + 6H_2O$ kommt unter den Namen Naphtalingelb, Martiusgelb, Safrangelb, Manchestergelb etc. im Handel vor und wird zur Woll- und Seidenfärberei und Teppichdruckerei angewendet.

Aminbasen, **Azobenzole**, **Amidophenole** und **Amidosäuren**.

Werden Nitroderivate der Kohlenwasserstoffe mit nascirendem Wasserstoff aus Zink, Eisen und Schwefelsäure, Zinnchlorid; Schwefelammonium; Natriumamalgam in alcoholischer Lösung behandelt, so werden die 2 Sauerstoffatome der Nitrogruppe = $NO_2{}^I$ — Seite 328 — zur Wasserbildung benutzt und an diese Stelle treten 2 Wasserstoffatome, wodurch eine neue Gruppe $NH_2{}^I$ = **Amidogruppe** gebildet wird, welche dem primären Rest des Ammoniac NH_3 entspricht. Ist nur eine NO_2-Gruppe vorhanden, so bilden sich die **Monamine**, bei zwei Gruppen die **Diamine**, bei drei NO_2-Gruppen die **Triamine**, soweit sind diese in der Benzolreihe bekannt, während in der Naphtalinreihe noch **Tetramine** bekannt sind.

$C_6H_5.NH_2$;	$C_6H_4(NH_2)_2$;	$C_6H_3(NH_2)_3$;	$C_{10}H_4(NH_2)_4$
Amidobenzol = Phenylamin = Anilin	Diamidobenzol = Phenylendiamin	Triamidobenzol	Tetraamidonaphtalin

Die Amidoderivate der Kohlenwasserstoffe können aber auch als substituirte Ammoniace aufgefasst werden, abgeleitet von einem oder mehreren Ammoniacmolecülen, in welchen ein oder mehrere Wasserstoffatome des Ammoniac durch ein- oder mehrwerthige Kohlenwasserstoffradicale ersetzt sind.

Amine		Diamine		Triamine	
$\left.\begin{array}{r}C_2H_5{}^{I}\\H\\H\end{array}\right\}N$;	$\left.\begin{array}{r}C_6H_5{}^{I}\\H\\H\end{array}\right\}N$;	$\left.\begin{array}{r}C_2H_4{}^{II}\\H_2\\H_2\end{array}\right\}N_2$	$\left.\begin{array}{r}C_6H_4{}^{II}\\H_2\\H_2\end{array}\right\}N_2$;	$\left.\begin{array}{r}CH^{III}\\H_3\\H_3\end{array}\right\}N_3$	$\left.\begin{array}{r}C_6H_3{}^{III}\\H_3\\H_3\end{array}\right\}N_3$
Aethylamin	Amidobenzol	Aethylendiamin	Diamidobenzol	Triamidomethan	Triamidobenzol.

Die Amine haben grosse Aehnlichkeit mit dem Ammoniac, riechen vielfältig danach, sind starke Basen und zwar die Diamine und Triamine stärkere als die Monamine, vereinigen sich direct mit Säuren zu gut krystallisirbaren Salzen und gehen mit Platin- und Zinnsalzen Doppelverbindungen ein.

Der basische Charakter der Amine wird durch den Eintritt von Halogen- oder Nitroderivaten abgeschwächt, so dass Trichloranilin $C_6H_2Cl_3.NH_2$; Trinitroanilin $C_6H_2(NO_2)_3.NH_2$ nicht mehr fähig sind, mit Säuren Salze zu bilden.

In diesen Aminen kann noch der Wasserstoff durch ein oder mehrere ein- oder mehrwerthige Kohlenwasserstoffreste ersetzt werden und es entstehen dadurch:

I. primäre Basen = **Amidbasen** enthaltend den Rest $NH_2{}^{I}$
II. secundäre Basen = **Imidbasen** enthaltend den Rest NH^{II}
III. tertiäre Basen = **Nitrilbasen** enthaltend den Rest N^{III}
oder ein Multiplum.

(Die Nitrilbasen sind nicht zu verwechseln mit den Nitrilen, welche später berücksichtigt werden.)

Amidbasen		Imidbasen		Nitrilbasen	
$\left.\begin{array}{r}C_3H_7\\H\\H\end{array}\right\}N$	$\left.\begin{array}{r}C_6H_5\\H\\H\end{array}\right\}N$;	$\left.\begin{array}{r}C_3H_7\\C_3H_7\\H\end{array}\right\}N$	$\left.\begin{array}{r}C_6H_5\\C_6H_5\\H\end{array}\right\}N$;	$\left.\begin{array}{r}C_3H_7\\C_3H_7\\C_3H_7\end{array}\right\}N$	$\left.\begin{array}{r}C_6H_5\\C_6H_5\\C_6H_5\end{array}\right\}N$
Propylamin	Phenylamin	Dipropylamin	Diphenylamin	Tripropylamin	Triphenylamin.

Mit dem Eintritt der Kohlenstoffreste verlieren die Amine an Basicität. Die Salze dieser Basen zeigen gegen salpetrige Säure ein verschiedenes Verhalten.

1. Amidbasen werden unter Stickstoffentwicklung in Alcohole resp. Phenole übergeführt:

$C_2H_5 . H_2N + HO . NO = H_2O + N_2 + C_2H_5 . OH$ Aethylamin

$C_6H_5 . H_2N + HO . NO = H_2O + N_2 + C_6H_5 . OH$ Phenol.

2. Imidbasen gehen dadurch in **Nitrosoverbindungen**, in diesem Falle **Nitrosamine**, über:

$(C_2H_5)_2 . HN + HO . NO = H_2O + (C_2H_5)_2 . NO . N$ Nitrosodiäthylamin

$(C_6H_5)_2 . HN + HO . NO = H_2O + (C_6H_5)_2 . NO . N$ Diphenylnitrosam.

3. Nitrilbasen der Fettreihe werden nicht verändert, während die salpetrige Säure bei den aromatischen Körpern im Benzolkern ein Wasserstoffatom substituirt.

$$\underbrace{C_6H_5 . (CH_3)_2 . N}_{\text{Dimethylanilin}} + HO . NO = H_2O + \underbrace{C_6H_4 NO . (CH_3)_2 . N}_{\text{Nitrosodimethylanilin}}$$

Es ist noch zu erwähnen, dass, wenn salpetrige Säure auf salzsaure oder salpetersaure Aniline etc. wirkt, sich nur in der Wärme Phenole bilden, in der Kälte entstehen **Diazoverbindungen**:

$$\underbrace{C_6H_5 . NH_2 . HNO_3}_{\text{Salpetersaures Anilin}} + HO . NO = 2 H_2O + \underbrace{C_6H_5 . N = N . NO_3}_{\text{Salpetersaures Diazobenzol}}$$

Wirkt die salpetrige Säure auf die freien Monamine ein, so entstehen je nach der Natur der Base **Diazoverbindungen** oder **Amidoazoverbindungen**:

$$\underbrace{2 C_6H_4 . NH_2 . CH_3}_{\text{Paratoluidin}} + HO . NO = 2 H_2O + \underbrace{C_6H_4 . CH_3 N = N . NH . CH_3 . C_6H_4}_{\text{Diazoamidotoluol}}$$

$$\underbrace{2 C_{10}H_7 NH_2}_{\text{Naphtylamin}} + HO . NO = 2 H_2O + \underbrace{C_{10}H_7 . N = N . C_{10}H_6 . NH_2}_{\text{Amidoazonaphtalin}}$$

Die Monamine und einige Diamine lassen sich auch durch Einwirkung der Haloidderivate der Kohlenwasserstoffe auf Ammoniac unter Druck darstellen:

$CH_3 . Cl + NH_3 = HCl + CH_3 . H_2N$ = Methylamin.

$C_6H_5Cl + NH_3 = HCl + C_6H_5 . H_2N$ = Phenylamin = Anilin

$C_2H_4Cl_2 + 2NH_3 = 2HCl + C_2H_4 . H_4N_2$ = Aethylendiamin
$C_6H_5Cl + C_6H_5 . NH_2 = HCl + (C_6H_5)_2 . HN$ = Diphenylamin
$C_2H_5Cl + C_6H_5 . NH_2 = HCl + C_6H_5 . C_2H_5 . HN$ = Phenyläthylam.
$(C_2H_4Cl_2)_2 + 2NH_3 = 4HCl + (C_2H_4)_2 . H_4N_2$ = Diäthylendiamin
$C_2H_5Cl + (C_2H_5)_2HN = HCl + (C_2H_5)_3N$ = Triäthylamin
$C_6H_5Cl + (C_6H_5)_2HN = HCl + (C_6H_5)_3N$ = Triphenylamin
$CH_3Cl + C_6H_5 . C_2H_5HN = HCl + CH_3 . C_2H_5 . C_6H_5 . N$ = Methyläthylanilin

Durch Behandeln mit Kalilauge und Destillation werden die Basen rein erhalten.

Die Nitrilbasen sind aber noch im Stande ein weiteres Molecül eines Halogenderivates aufzunehmen und dadurch noch quaterne Verbindungen — Ammoniumverbindungen — einzugehen.

$(CH_3)_3N + CH_3Cl = (CH_3)_4N . Cl$ = Tetramethylammoniumchlorid
$(C_2H_5)_2 . C_6H_5N + C_2H_5J = C_6H_5 . (C_2H_5)_3N . J$ = Triäthylphenylammoniumjodid

welche Verbindungen sich, mit Silbernitrat behandelt, in die Hydrat- = Hydroxylverbindungen umsetzen — Seite 321 und 324 —:

$(CH_3)_4N . OH$ = **Tetramethylammoniumhydrat**
$C_6H_5 . (C_2H_5)_3N . OH$ = **Triäthylphenylammoniumhydrat.**

Die primären, secundären und tertiären Monamine finden sich fast sämmtlich in trocknen Destillationsproducten der Steinkohlen.

Bis jetzt sind in der aromatischen Reihe nur die Amidoverbindungen berücksichtigt, welche diese Gruppe im Benzolkern enthalten; es kann dieselbe aber auch in den Seitenketten vorkommen und dann sind diese Verbindungen isomer mit ersteren.

$C_6H_4 . NH_2 . CH_3$ = Toluidin; $C_6H_5 . CH_2 . NH_2$ = Benzylamin
$C_6H_3(NH_2)_2 . CH_3$ = Toluylendiam.; $C_6H_5 . CH(NH_2)_2$ = Benzylidendiamin, letztere Verbindung ist im freien Zustande noch nicht bekannt, wohl aber Derivate davon.

Die verschiedenen Amine der aromatischen Reihe werden nur aus den Nitroverbindungen durch reducirende Substanzen — Seite 228 — dargestellt; diese gehen aber da-

durch nicht direct in die Amidoverbindungen über, sondern durchlaufen verschiedene Stadien, indem sich zwischen den Endgliedern intermediäre Verbindungen bilden:

$C_6H_5.NO_2$ = **Nitrobenzol**

$2C_6H_5.NO_2+3H_2=3H_2O+C_6H_5.N{-}O{-}N.C_6H_5$ = **Azooxybenzol**

$2C_6H_5.NO_2+4H_2=4H_2O+C_6H_5.N{=}N.C_6H_5$ = **Azobenzol**

$2C_6H_5.NO_2+5H_2=4H_2O+C_6H_5.NH{-}HN.C_6H_5$ = **Hydrazobenzol**

$2C_6H_5.NO_2+6H_2=4H_2O+2C_6H_5.NH_2$ = **Amidobenzol**

Durch Oxydation mit Kaliumhypermanganat lassen sich diese Verbindungen bis zum Azooxybenzol wieder zurückbilden. Die Zurückbildung von Nitrosobenzol und Nitrobenzol ist noch nicht gelungen.

Wenn salpetrige Säure auf primäre Amine unter Abkühlung einwirkt, so bilden sich Salze von **Diazoverbindungen**, welche die zweiwerthige Gruppe $\underbrace{N{=}N}^{\prime\prime}$ oder $\underbrace{-N{=}N-}$ = **Diazogruppe** darstellen, deren eine Affinität mit einem einwerthigen Benzolrest, die andere durch einen einwerthigen Säure- oder Basenrest vereinigt sein kann, im ersteren Falle sind es Salze der **Diazoverbindungen**, im letzteren **Diazoamidoverbindungen**, **Diazoimide** etc. Wirkt die salpetrige Säure auf primäre Diamine, so bilden sich analog **Tetrazoverbindungen**.

$\underbrace{C_6H_5N{=}N.NO_3}$; **Salpetersaures Diazobenzol**; $\underbrace{C_6H_5.N{=}N.NH.C_6H_5}$ **Diazoamidobenzol**

$\underbrace{C_6H_5.N{=}N.SO_4H}$; **Schwefelsaures Diazobenzol**; $\underbrace{C_6H_5.N{=}NOAg}$ **Diazobenzolsilberoxyd**

$C_6H_4.(N{=}N).NH$ = **Diazobenzolimid.**

Die Gruppe $\underbrace{-N{=}N-}$ kommt aber auch noch in einer anderen Reihe aromatischer Verbindungen, den **Azoverbindungen**, vor und zwar unterscheiden sich diese von den Diazoverbindungen, dass beide freien Affinitäten der N_2-Gruppe durch einen einwerthigen Benzolrest vertreten sind oder nur eine und die andere durch ein Alkylatom; so bei den gemischten Azoverbindungen:

$C_6H_5N{=}N.C_6H_5$ = **Azobenz.**; $C_6H_5N{=}N.C_2H_5$ = **Aethylazob.**

$C_{10}H_7N{=}N.C_{10}H_7$ = **Azonapht.**; $C_{10}H_7N{=}N.CH_3$ = **Aethylazon.**

Zu den Azoverbindungen gehören aber auch noch die beiden anderen intermediären Producte: **Azooxyverbindungen** mit der **Azooxygruppe** $\underbrace{—N^{-}O^{-}N—}$ und die **Hydrazoverbindungen**, welche die **Hydrazogruppe** $\underbrace{—NH^{-}HN—}$ enthalten; endlich existirt noch eine Reihe von Körpern, welche sich an die Diazoverbindungen anschliessen und das noch unbekannte **Hydrazin** $\underbrace{H_2N^{-}NH_2}$ enthalten. Darin sind nur ein oder zwei Wasserstoffatome des einen H_2N durch einwerthige Kohlenwasserstoffreste zu ersetzen; die **Hydrazinverbindungen** sind ammoniacartig riechende Basen, fähig, Salze zu bilden und entstehen bei der Reduction der Diazokörper und Nitrosamine mittelst Zinkstaub und Essigsäure etc.

$C_6H_5 . N^{=}N . NO_3$ = salpetersaures **Diazobenzol**
$C_6H_5 . HN^{-}NH_2 . HNO_3$ = salpetersaure **Phenylhydrazin**
$CH_3 . HN^{-}NH_2$ = **Methylhydrazin**
$C_6H_5 . C_2H_5 N^{-}NH_2$ = **Phenyläthylhydrazin.**

Die Azoderivate sind meistens krystallinische, schwer lösliche Körper, welche sich nicht mit Säuren zu Salzen vereinigen. Die Azo- und Azooxyverbindungen sind gelb oder roth gefärbt, die Hydrazoverbindungen meistens farblos; die Amidoazoverbindungen finden, wegen ihrer schönen Farben und wegen ihres intensiven Färbungsvermögen eine ausgedehnte Verwendung in der Theerfarbentechnik.

In gleicher Weise wie Nitrobenzol können die **Nitrophenole** und aromatischen **Nitrosäuren** durch die beim Nitrobenzol angegebenen Reductionsmittel theilweise, durch Zinn und Salzsäure aber vollständig reducirt werden und es entstehen **Amidophenole** und **Amidosäuren**, es sind aber zwischen den Endgliedern, wie beim Nitrobenzol, bei den Phenolen nicht alle intermediären Producte bekannt, so fehlen die Hydrazophenole oder sind kaum bekannt, während bei den Säuren alle die Azooxy-, Azo- und Hydrazosäuren bekannt sind.

Durch den Eintritt der Amidogruppe NH_2 wird der säureartige Charakter der Phenole bedeutend abgeschwächt und sind diese nicht mehr im Stande mit Alkalien Salze zu bilden; die Amidosäuren haben sowohl basischen Charakter, weil sie mit

Säuren salzartige Verbindungen bilden, als auch Säurecharakter, weil sich der Wasserstoff der Hydrocarboxylgruppe oder Carbongruppe — Seite 304 — durch Metalle ersetzen lässt und in diesem Verhalten stimmen die aromatischen Amidosäuren mit denen der Fettkörper überein:

$CH_2 . NH_2 . COOH$ = **Amidoessigsäure** = **Glycocoll**

$C_6H_4 . NH_2 . COOH$ = **Amidobenzoësäure.**

Werden Di- oder Trinitroverbindungen mit reducirenden Substanzen behandelt, so bilden sich als Zwischenglieder **Nitroamidoverbindungen.**

$\underbrace{C_6H_2(NO_2)_3 . OH}_{}$; **Trinitrophenol** = **Pikrinsäure**

$\underbrace{C_6H_2(NO_2)_2 NH_2 . OH}_{}$; **Amidodinitrophenol** = **Priknaminsäure**

$\underbrace{C_6H_2(NO_2)(NH_2)_2 . OH}_{}$; **Diamidonitrophenol**

$\underbrace{C_6H_2(NH_2)_3 . OH}_{}$ **Triamidophenol** = **Pikramin**

Letztere Verbindung im freien Zustande zersetzt sich rasch, vermag aber mit Säuren farblose, haltbare und gut krystallisirbare Salze zu bilden, welche mit schwach alkalischen Lösungen, selbst Brunnenwasser, intensiv blaue Färbungen hervorbringen. Wird zu der salzsauren Verbindung in Lösung Eisenchlorid gesetzt, so findet gleichfalls Blaufärbung statt und es scheiden sich braunblaue Krystallnadeln von salzsaurem **Amido-diimidophenol** $C_6H_2(OH) . NH_2 . (NH)_2 . HCl$ ab, die sich in Wasser mit tiefblauer Farbe lösen.

In der Fettkörper- und aromatischen Reihe sind eine Menge Körper bekannt, welche die Amido- und Imidgruppe an einem Kohlenstoffatom $C{=}NH . NH_2$ enthalten, solche Verbindungen werden als **Amidine** bezeichnet, wie $C_6H_5 . C{=}NH . NH_2$ = **Benzamidin** und sind zwei Amidgruppen mit einer Imidgruppe an einem Kohlenstoffatom in Verbindung $NH . C<^{NH_2}_{NH_2}$, so stellen diese Körper die **Guanidine** dar, in welchen noch die Wasserstoffatome durch andere Radicale zu ersetzen sind.

$\underbrace{NH:C.(NH_2)_2}_{}$; **Guanidin** = **Carbodiamidimid**

$\underbrace{HN:C(NH\,C_6H_5)_2}_{}$; **Diphenylguanidin**

$\underbrace{C_6H_5N:C(NH.C_6H_5)_2}_{}$ **Triphenylguanidin**

Diese Verbindungen stehen im nächsten Zusammenhange mit den Cyan- und Harnstoffkörpern, welche weiter unten kurz erwähnt werden.

Hierher gehören die Tabellen Seite 342 bis 345.

Methylamin; Methylammoniac; Methyliak $CH_5N = CH_3.NH_2$ bildet sich bei der Fäulniss thierischer überhaupt eiweissartiger Körper und findet sich im freien Zustande im Steinkohlentheeröle und Thieröle, als Salz in Chenopodium- und Mercurialisarten. Es ist ein farbloses brennbares Gas von stark ammoniacalischem und etwas häringsartigem Geruche, es wird unter 0° flüssig und ist das löslichste aller Gase: 1 Volum Wasser vermag bei 12° C. 1150 Volum aufzunehmen. Beim Erhitzen von Salmiac mit Methylalcohol in glühenden Röhren bilden sich Monomethylamin,

Dimethylamin $C_2H_7N = (CH_3)_2NH$ siedet bei + 8° C. und

Trimethylamin $C_3H_9N = (CH_3)_3N$, welches früher mit dem metameren

Propylamin $C_3H_7NH_2$ verwechselt wurde. Das Propylamin tritt bei der Destillation stickstoffhaltiger bituminöser Fossilien und thierischer Körper auf, findet sich frei in der Häringslake und wird daraus dargestellt, es findet sich aber auch im Fussschweisse, in den Sauerwässern der Weizenstärkefabriken und ausserdem im gebundenen Zustande im Leberthran, im Harn, im faulenden Fliegenschwamme, sowie im Hopfen, Mutterkorn, Runkelrübenblättern etc. Es ist eine bei + 9° C. siedende Flüssigkeit, welche in Wasser sehr leicht löslich ist, stark alkalisch reagirt und einen Geruch nach faulen Seefischen und Häringslake hat. Ist vorübergehend arzneilich angewendet worden.

Die **Aethylamine** und **Propylamine** zeigen fast das gleiche Vorkommen der vorhergehenden Methylamine.

Amylamin $C_5H_{11}NH_2$ ist gleichfalls ein Product der Fäulniss, Gährung und der trocknen Destillation der Fossilien und findet sich auch im — **Petroleum** und **Ragoontheer** —, ist ferner in der Branntweinschlempe enthalten und kann auch ein Bestandtheil des Weines in Folge der faulen Gährung der Hefe sein.

Aminbasen, Amidosäuren,

Siehe Anmerkung

Fettkörper.

Name und Formel	Aggregatzustand	Schmelzpunkt Siedep.	Spec. Gew.	bei °C.
	I. primäre,		**II. secundäre,**	
I. Methylamin $CH_3 . NH_2$	G.	— 1°	—	—
Aethylamin $C_2H_5 . NH_2$	Fl.	18°	0,696	8°
Propylamin, primär $= C_3H_7 . NH_2 =$ $CH_3 . CH_2 . CH_2 . NH_2$	„	49°	0,791	15°
Isopropylamin $CH_3 . CH . (NH_2) . CH_3$	„	31°	0,718	15°
Butylamin, primär $= C_4H_9 . NH_2 =$ $CH_3 . CH_2 . CH_2 . CH_2 . NH_2$ . .	„	77°	0,755	—
Butylamin, secundär $= C_4H_9 . NH_2 =$ $CH_3 . CH . (NH_2) . CH_2 . CH_3$ . .	„	66°	0,735	15°
Amylamin $C_5H_{11} . NH_2$	„	95°	0,753	18°
Hexylamin $C_6H_{13} . NH_3$	„	116°	0,763	—
Dichloräthylamin $C_2H_5 . NCl_2$ . .	„	88°	1,239	5°
II. Dimethylamin $(CH_3)_2 . NH$ . .	„	+ 8°	—	—
Diäthylamin $(C_2H_5)_2 . NH$ . . .	„	57°	—	—
Nitrosodiäthylamin = $N . (C_2H_5)_2 . NO$	„	117°	0,951	17°
Diisopropylamin $= (C_3H_7)_2 . NH =$ $(CH_3)_2 . CH . NH . CH . (CH_3)_2$ . .	„	84°	0,722	22°
Diisobutylamin $= (C_4H_9)_2 . NH =$ $(CH_3)_2.CH.CH_2.NH.CH_2.CH.(CH_3)_2$	„	136°	—	—
Methyläthylamin $= C_3H_8 . NH =$ $C_2H_5 . NH . CH_3$	„	—	—	—
Pyrrol $C_4H_4 . NH = (CH:CH)_2 . NH$	„	133°	1,077	15°
III. Trimethylamin $(CH_3)_3 N$ . .	„	9°	—	—
Triäthylamin $(C_2H_5)_3 N$	„	89°	—	—
Tributylamin $(C_4H_9)_3 N$	„	184°	—	—
Triamylamin $(C_5H_{11})_3 N$	„	257°	—	—
Diäthylmethylamin = $(C_2H_5)_2 . CH_3 . N$	„	70°	—	—

Amidophenole und Azokörper.

auf Seite 288/289.

Aromatische Körper.

Name und Formel	Aggregatzustand	Schmelzpunkt Siedep.	Spec. Gew.	bei °C.
III. tertiäre Monamine.				
I. Anilin $C_6H_5 . NH_2$	Fl.	— 8/182	1,030	15°
α-Trichlorphenylamin $C_6H_3Cl_3 . NH_2$	Kr.	78/260	—	—
o-Nitranilin $C_6H_4 . NO_2 NH_2$	„	72 subl.	1,430	—
C_7H_9N { o-Toluidin $C_6H_4 . CH_3 . NH_2$	Fl.	200°	1,00	16°
C_7H_9N { Benzylamin $C_6H_5 . CH_2 . NH_2$	„	185°	0,990	—
o-Nitro-p-toluidin = $C_6H_3(NO_2) . CH_3 . NH_2$	Kr.	78°	—	—
o-Xylidin $C_6H_3(CH_3)_2NH_2$	Fl.	215°	0,994	15°
Cumidin $C_6H_2(CH_3)_3NH_2$	Kr.	72°	—	—
Amidodiphenyl $C_6H_5 . NH_2 . C_6H_4$	„	50/322	—	—
α-Naphtylamin $C_{10}H_7 . NH_2$	„	50/300	—	—
β-Naphtylamin $C_{10}H_7 . NH_2$	„	112°	—	—
II. Diphenylamin $(C_6H_5)_2NH$	„	54/310	—	—
Aethylanilin $C_6H_5 . NH . C_2H_5$	Fl.	204°	0,954	—
Nitrodiphenylamin = $C_6H_4(NO_2) . NH . C_6H_5$	Kr.	132°	—	—
Diphenyl(en)imid = Carbazol = $(C_6H_4)_2NH$	„	238/351	—	—
Phenylennaphtylcbzl. $C_6H_4 . NH . C_{10}H_6$	„	330/450	—	—
Methyl-o-Toluidin = $C_6H_4(CH_3) . NH . CH_3$	Fl.	208°	0,973	—
Dinaphtylamin $(C_{10}H_7)_2NH$	Kr.	113/310	—	—
Phenyl-β-Naphtylen $C_6H_5 . NH . C_{10}H_7$	„	108°	—	—
III. Triphenylamin $(C_6H_5)_3N$	„	127/360	—	—
Methyldiphenylamin $(C_6H_5)_2N . CH_3$	Fl.	290°	—	—
Dimethylphenylamin $C_6H_5 . N . (CH_3)_2$	„	192°	0,955	15°
Benzyldiphenylamin = $(C_6H_5)_2N . CH_2 . C_6H_5$	Kr.	87°	—	—
Dimethyl-o-Toluidin = $C_6H_4(CH_3) . N . (CH_3)_2$	Fl.	183°	—	—

Fettkörper.

Name und Formel	Aggregatzustand	Schmelzpunkt Siedep.	Spec. Gew.	bei °C.
Diamine.				
I. Aethylendiamin $C_2H_4(NH_2)_2$ . .	Fl.	120°	—	—
II. Diäthylendiamin = $(C_2H_4)_2.(NH)_2$	„	170°	—	—
III. Triäthylendiamin = $(C_2H_4)_2N_2$	„	210°	—	—
[Cyanamid = } $CN.NH_2$ Carbodiimid } $C(NH)_2$]	Kr.	40°	—	—
Methenyldiamin = Formilimidamid CN_2H_4 = $CH:NH.NH_2$ . . .	Kr.	81°	—	—
Guanidin = Carbodiamidimid CN_3H_5 = $C(NH)(NH_2)_2$ . . .	Kr.	zerfl.	—	—
Triamine.				
Sind noch nicht rein dargestellt worden				
Amidosäuren.				
Glycocoll = Amidoessigsäure = $CH_2NH_2.COOH$	Kr.	170 zers.	—	—
Glycocollamid $CH_2.NH_2.CO.NH_2$	„	—	—	—
Alanin = Amidopropionsäure = $CH_3.CH(NH_2)COOH$	„	200 subl.	—	—
Leucin = Amidocapronsäure = $CH_3(CH_2)_3CH(NH_2).COOH$ . .	„	177°	—	—
Amidobernsteinsäure = Asparaginsäure $C_2H_3(NH_2)(COOH)_2$ . .	„	zersetzt	—	—
Amidobernsteinsäureamid = Asparagin $C_4H_8N_2O_3$ = $CH_2.CH.NH_2.(CO\,NH_2).COOH$	„	„	—	—

Aromatische Körper: Azobenzole etc.

Name und Formel	Aggregatzustand	Schmelzpunkt Siedep.	Spec. Gew.	bei °C.
Azooxybenzol = $C_{12}H_{10}N_2O$ = $C_6H_5.N^-O^-N.C_6H_5$	Kr.	36°	—	—
Azobenzol $C_6H_5.N^-N.C_6H_5$ . .	„	68/293	1,18	15°
Hydrazobenzol = $C_{12}H_{12}N_2$ = $C_6H_5.NH^-HN.C_6H_5$	„	131 zers.	—	—
Azonaphtalin $C_{10}H_7.N^-N.C_{10}H_7$.	„	280°	—	—

Aromatische Körper.

Name und Formel	Aggregatzustand	Schmelzpunkt Siedep.	Spec. Gew.	bei °C.
Diamine.				
I. o-Phenylendiamin $C_6H_4(NH_2)_2$	Kr.	102/252	—	—
m-Phenylendiamin $C_6H_4(NH_2)_2$	„	63/287	—	—
α-Toluylendiamin $C_6H_3(CH_3).(NH_2)_2$	„	99/285	—	—
γ-Toluylendiamin $C_6H_3(CH_3).(NH_2)_2$	„	89/265	—	—
α-Xylendiamin $C_6H_2(CH_3)_2.(NH_2)_2$	„	152°	—	—
* Benzidin $C_{12}H_8(NH_2)_2$; $(C_6H_4)_2^{(1)}.(NH_2)_2^{(4)}$	„	122/360	—	—
* Diphenylin $C_{12}H_8(NH_2)_2$; $(C_6H_4)_2^{(1)}.NH_2^{(2)}.NH_2^{(4)}$	„	45/365	—	—
α-Naphtylendiamin $C_{10}H_6.(NH_2)_2$	„	190°	—	—
β-Naphtylendiamin $C_{10}H_6.(NH_2)_2$	„	67°	—	—

* Isomer mit Hydrazobenzol — Seite 338 und 344.

Name und Formel	Aggregatzustand	Schmelzpunkt Siedep.	Spec. Gew.	bei °C.
Triamine.				
α-Triamidobenzol $C_6H_3(NH_2)_3$	Kr.	103/330	—	—
Triamidonaphtalin $C_{10}H_5.(NH_2)_3$	„	—	—	—
Amidosäuren.				
Amidobenzoësäure = Anthranilsäure $C_6H_4(NH_2).COOH$	Kr.	144°	1,515	4°
Diamidobenzoës. $C_6H_3(NH_2).COOH$	—	—	—	—
Triamidobenzoësäure = $C_6H_2(NH_2)_3.COOH$	—	—	—	—
Amidosalicylsäure = $C_6H_3(NH_2).OH.COOH$	Kr.	zersetzt	—	—
Hippursäure = Benzoylglycocoll $CH_2.NH.C_7H_5O.COOH$	„	188°	—	—

Amido- und Azophenole etc.

Name und Formel	Aggregatzustand	Schmelzpunkt Siedep.	Spec. Gew.	bei °C.
o-Amidophenol $C_6H_4.OH.NH_2$	Kr.	170°	—	—
p-Amidophenol $C_6H_4.OH.NH_2$	„	185°	—	—
Benzolazophenol = $C_6H_5.N{=}N.C_6H_4.OH$	„	148°	—	—
p-Azophenol = $C_6H_4(OH)N{=}N.C_6H_4.OH$	„	204°	—	—

Ausser den angeführten Aminen der Fettreihe und aromatischen Reihe kommen auch noch eine Anzahl der höheren Glieder und zahlreiche gemischte Amine vor.

Anilin C_6H_7N. $C_6H_5 . NH_2$.

Amidobenzol; **Phenylamin** ist 1826 zuerst von Unverdorben bei der trocknen Destillation des Indigo erhalten und weil es mit Schwefelsäure gut krystallisirende Salze lieferte „**Krystallin**", 1834 von Runge im Steinkohlentheer gefunden und weil es mit Chlorkalklösung eine blaue Färbung gab — **Kyanol** genannt; erst Fritsche, welcher es auch aus Indigo, im Spanischen **Añil** bezeichnet, abgeleitet aus dem Indischen nîla = Blau, dargestellt hatte, führte den Namen **Anilin** ein; Zinin, welcher es 1842 zuerst künstlich aus Nitrobenzol und Schwefelammonium darstellte, bezeichnete es als **Benzydam** und A. W. Hofmann, der die Identität der auf so verschiedene Weise dargestellten Verbindungen feststellte, gab den gemeinschaftlichen Namen „**Phenylamin**". In der Technik gewöhnlich **Anilinöl** genannt, stellt es ein Gemenge von Anilin mit mehreren Toluidinen dar — Seite 253 und 332 —.

Das Anilin findet sich neben anderen Basen in den Destillationsproducten der Steinkohlen, des Torfes, der Knochen. Das directe Vorkommen im Steinkohlentheere ist nur ein ganz unbedeutendes und würde für die grossartige Theerfarbindustrie nicht hinreichen, da es mehr als eine Verunreinigung der Kohlenwasserstoffe gilt, welches durch Waschen mit Säuren entfernt werden muss und mit Gewinn nicht zu extrahiren ist. Das Anilin findet sich am meisten in dem „Leichtöle" — Light oil — von 0,900—0,1000 specifischem Gewichte — Seite 149 —. Im Grossen wird es ausschliesslich aus dem Steinkohlentheerbenzol resp. dem Umwandlungsproducte Nitrobenzol durch Reductionsmittel gewonnen und zwar durch Erwärmen mit Eisenfeile und Salzsäure. Die Ausbeute ist schwankend, jedoch circa 70 %.

Das Anilin, anfänglich eine wasserhelle, ölige Flüssigkeit, färbt sich an der Luft in Folge Verharzung allmählich gelblich bis braun, es besitzt einen eigenen nicht unangenehmen Geruch

und brennenden Geschmack. In hinreichender Kälte erstarrt es zu Krystallnadeln, welche bei — 8° C. schmelzen; der Siedepunkt liegt bei 184° C., ist aber schon mit Wasserdämpfen leicht flüchtig; das spec. Gewicht beträgt bei 0° C. = 1,038, bei 6° = 1,020. Wasser und Anilin und umgekehrt nehmen gegenseitig eine sehr kleine Menge auf, mit Alcohol, Aether, Kohlenwasserstoffen, Schwefelwasserstoff, fetten und ätherischen Oelen ist es in jedem Verhältnisse mischbar; es löst selbst viele Körper wie Campher, Harze, Copal und Kautschuk leicht, Schwefel, Phosphor etc., selbst Indigoblau. Obgleich Anilin eine ziemlich starke Basis, vermag es Lacmus- und Curcumafarbstoff nicht zu verändern, wohl aber den Farbstoff der Dahlia coccinea Cavanilles = Georgina Willd; mit Säuren giebt es unter beträchtlicher Wärmeentwicklung gut krystallisirbare Salze, die im reinen Zustande farblos sind, an der Luft sich aber mehr oder weniger färben und aus denen durch Ammoniac und fixe Alkalien das Anilin ausgetrieben wird, während mit Ammoniac in der Wärme der umgekehrte Fall eintritt.

Chlor und Brom sowie Salpetersäure wirken auf Anilin substituirend; rauchende Schwefelsäure bildet damit p-**Amidobenzoësulfonsäure = Sulfanilsäure** $C_6H_4 . SO_3 . H . NH_2$ und **Amidobenzoëdisulfosäure** $C_6H_3(SO_3H)_2NH_2$. Entzündet brennt Anilin mit leuchtender und stark russender Flamme. In einer glühenden Röhre erhitzt bildet sich unter Abscheidung von Kohle: Benzol, Ammoniac, Blausäure, Benzonitril und **Carbazol = Imidodiphenylen** $(C_6H_4)_2NH$.

Beim Erhitzen von Anilin mit salzsaurem Anilin bildet sich **Diphenylamin** $(C_6H_5)_2NH$, eine schwache Basis, die in Alcohol, Aether aber nur wenig in Wasser löslich ist; ihre Salze werden durch Wasser zersetzt. Eine Auflösung von Diphenylamin in concentrirter Schwefelsäure ist ein äusserst empfindliches und scharfes Reagens auf salpetersaure und salpetrigsaure Salze durch die fast augenblicklich sich bildende blaue Farbe.

Das Anilin ist sehr giftig, coagulirt Eiweiss, wirkt namentlich auf das Nervensystem und sind daher die Arbeiter vor den Anilindämpfen, welche Anilismus erzeugen, zu schützen.

Eine wässrige Anilinlösung giebt mit einer unterchlorigsauren Salzlösung eine blaue Färbung (blauen Niederschlag), die bald schmutzig wird, ist die Lösung so verdünnt, dass Chlorkalk allein keine Reaction mehr giebt, so tritt noch eine rosenrothe Färbung auf Zusatz einer verdünnten Schwefelammoniumlösung ein. Anilinsalze färben Hollundermark und Fichtenholz intensiv gelb und wird letztere Reaction benutzt, um Holzstoff im Papiere nachzuweisen.

Die früheren Handelsproducte des Anilins (Anilinöle) enthalten die Homologen des Benzols und Naphtalins, sowie Diamine und Diphenyle und bleiben diese bei einer Rectification in den höher als Toluidin — 200° C. — siedenden Antheilen — **Queues d'aniline**; in diesen Rückständen ist auch von A. W. Hofmann das p-**Amidodiphenyl** = **Xenylamin** $C_6H_4 . NH_2 . C_6H_5$ entdeckt.

Jetzt kommen nur Sorten mit 98—98,5 % aromatischen Aminen vor, der Rest besteht aus Wasser und kaum 0,5 % Verunreinigungen, eine grössere Menge würde sich aus einer nicht klaren Lösung in Salzsäure ergeben.

Es sind namentlich 3 Handelssorten: 1. Reines Anilin enthält bis 1 % Toluidin; 2. Anilin für Roth = **Rothöl**, ein circa 20 % Anilin enthaltendes o- und p-Toluidin; 3. Anilinfreies **Toluidin**. Eine vierte Sorte, welche während des Schmelzprocesses bei der Fuchsinbereitung überdestillirt und „**Echappe**" genannt wird, ist ein circa 35 % anilinhaltiges Toluidin, kommt nicht in den Handel und dient zur Darstellung von **Saffranin**.

Anilin hat eine grosse industrielle Bedeutung, da es zum Ausgangspunkt der prachtvollen und feurigen Anilinfarben dient, die Wolle und Seide direct färben und deren grösster Feind, das Sonnenlicht sie mehr oder weniger alle zum Verbleichen bringt.

Toluidine — $C_6H_4 . NH_2 . CH_3$ — giebt es 3 Isomere, o-, m- und p-Toluidin — Seite 250 —, von diesen findet sich das **Metatoluidin** nur in geringen Mengen im käuflichen Anilin, wird auch in der Technik nicht verwendet; der Hauptsache nach stimmen die Bildung und das Verhalten derselben mit dem

des Anilin überein; sie geben mit Säuren farblose Salze, die sich an der Luft färben. Das **Paratoluidin** vermag mit Oxalsäure nur ein saures Salz zu bilden, welches in Aether sehr schwer löslich ist, während das neutrale und saure **Orthotoluidin** in Aether ziemlich leicht löslich ist und dient dieses verschiedene Verhalten zur Gehaltsbestimmung der verschiedenen Toluidine im käuflichen Anilin.

Wird reines Anilin oder reines Toluidin mit hochoxydirten oder hochchlorirten Substanzen behandelt, welche in der Hitze Wasserstoff entziehen, wie Chlorkohlenstoff, Sublimat, Bismuthchlorid, Arsensäure, so liefern diese Basen mit Säuren nur einen ephemeren Farbstoff; wenn aber ein Gemisch beider in gleicher Weise mit obigen Substanzen behandelt wird, so resultiren zwei im freien Zustande nicht existirende Basen, das **Pararosailin** $C_{19}H_{17}N_3$ und das **Rosanilin** $C_{20}H_{19}N_3$, welches letztere mit Salzsäure oder einer andern Säure in Verbindung den prachtvollen Farbstoff **Fuchsin** = $C_{20}H_{19}N_3 . HCl$ liefert.

$$\underbrace{2C_6H_5.NH_2}_{\text{Anilin}} + \underbrace{p\text{-}C_6H_4(CH_3)NH_2}_{\text{Paratoluidin}} + 3O = 3H_2O + \underbrace{C_{19}H_{17}N_3}_{\textbf{Pararosanilin}}$$

$C_{19}H_{17}N_3 = (C_6H_4.NH_2).C.C_6H_4.NH$ = **Triamidophenylmethan**

$$C_6H_5NH_2 + \underbrace{2\,o\text{-}C_6H_4.CH_3.NH_2}_{\text{Orthotoluidin}} + 3O = 3H_2O + \underbrace{C_{20}H_{19}N_3}_{\textbf{Rosanilin}}$$

$$C_{20}H_{19}N_3 = \underbrace{C_6H_4[NH{-}C_6H_3.(CH_3)]_2.NH}_{\textbf{Triimidotoluolphenylen}}$$

$$= \underbrace{(C_6H_4.NH_2)_2.C.NH.C_6H_4.CH_3}_{\textbf{Diamidodiphenylimidotoluolmethan}}$$

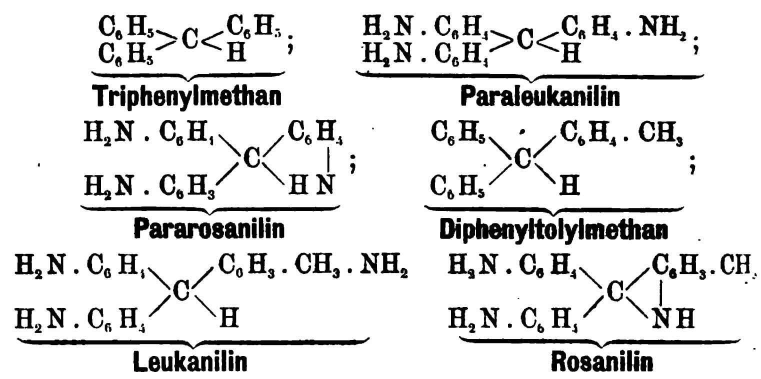
Zur Vermeidung der giftigen Arsen- etc. Laugen wird jetzt vielfach das Verfahren von Coupier benutzt, wobei Nitrobenzol selbst als Oxydationsmittel dient.

$$\underbrace{C_6H_5.NO_2}_{\text{Nitrobenzol}} + \underbrace{C_6H_5.NH_2}_{\text{Anilin}} + \underbrace{p\text{-}C_6H_4(CH_3)NH_2}_{\text{Paratoluidin}} = 2H_2O + \underbrace{C_{19}H_{17}N_3}_{\text{Pararosanilin}}$$

$$C_6H_5.NO_2 + \underbrace{2\,o\text{-}C_6H_4(CH_3).NH_2}_{\text{Orthotoluidin}} = 2H_2O + \underbrace{C_{20}H_{19}N_3}_{\text{Rosanilin}}$$

Aus den Salzen dieser letzteren Basis wird durch Kalilauge oder Ammoniac die wasserhaltige Basis **Rosanilinhydrat** oder das

Carbinol des Rosanilins $C_{20}H_{21}N_3O = C_{20}H_{19}N_3 . HOH$ als farbloser Niederschlag abgeschieden, der aus Alcohol oder heissem Wasser in farblosen Nadeln krystallisirt. Werden die Salze der Rosaniline mit Wasserstoff *in statu nascendi*, z. B. Zink und Schwefelsäure behandelt, so werden die Salze entfärbt und das Rosanilin geht in die wasserstoffreichere Verbindung, das **Leukanilin** $C_{20}H_{21}N_3 = (NH_2 . C_6H_4)_2 CH . C_6H_3 . NH_2 . CH_3$ = **Triamidodiphenyltolylmethan** über.



Im Rosanilin befinden sich noch Wasserstoffatome im mobilen Zustande, welche durch die Methyl-, Aethyl-, Phenylgruppe ersetzt werden können und die prachtvollen modernen Rosanilinfarbstoffe zum Unterschiede von den Azo-, Naphtalin-, Anthracenfarbstoffen liefern; so liefert **Rosanilinhydrat**: Magenta, Fuchsin, Azalein, wird Rosanilinacetat mit Anilin gekocht, so tritt die Phenylgruppe ein und es bildet sich **Phenylrosanilin** $C_{20}H_{20}(C_6H_5)N_3O$: Violet rouge, Violin, Indicin, bei fortgesetztem Kochen dieses Körpers mit Anilin entsteht:

a) **Diphenylrosanilin** $C_{20}H_{19}(C_6H_5)_2N_3O$: Violet blue, Parme, Dahlia.

b) **Triphenylrosanilin** $C_{20}H_{18}(C_6H_5)_3N_3O$: Blue lumière, Blue de Lyon.

Ebenso werden die Methyl- und Aethylderivate erhalten und es liefert:

Triäthylrosanilin $C_{20}H_{18}(C_2H_5)_3N_3O$: Primula, Alexandra.

Pentamethylrosanilin $C_{20}H_{14}(CH_3)_5N_3O$: Methylviolett.

Bei der Oxydation toluidinhaltigen Anilins mit Arsensäure bildet sich noch eine andere Basis, welche in den Rückständen bleibt und daraus gewonnen wird, es ist das **Chrysanilin** (Grenadin, Phosphin) $C_{20}H_{17}N_3$, welches zum Gelbfärben von Seide und Wolle dient.

Es sei hierbei gleichzeitig bemerkt, dass die Pflanzenfaser nicht im Stande ist, direct die Theerfarbstoffe aufzunehmen, sondern dieselbe muss erst durch Casein, Eiweiss, Leim etc. „animalisirt" oder mit Thonerde oder Zinnsalzen etc. gebeizt werden.

Von den Imidverbindungen haben, als im Steinkohlentheer vorkommend, das weiter unten zu erwähnende **Pyrrol** C_4H_5N, ferner:

Carbazol = $C_{12}H_9N$ = **Imidodiphenyl** $(C_6H_4)_2NH$ isomer mit **Acridin** und **Phenylnaphtylcarbazol** = $C_{16}H_{11}N$ = **Imidophenylnaphtyl** ein Interesse.

Das **Carbazol**, welches sich beim Durchleiten von Anilin oder Diphenylamin durch glühende Röhren bildet:

$$2C_6H_5.NH_2 = NH_3 + H_2 + (C_6H_4)_2NH \text{ oder}$$
$$C_6H_5.NH.C_6H_5 = H_2 + C_6H_4.NH.C_6H_4$$

und daher auch sein Vorkommen in den trocknen Destillationsproducten erklärlich ist, bildet einen bedeutenden Bestandtheil des Rohanthracen; seine Eigenschaften gleichen mehr denen eines Kohlenwasserstoffes. Die weissen Krystalle schmelzen bei 238° C. und sieden bei 355° C.; sind in Wasser unlöslich, in Alcohol, Aether, Eisessig, Benzol, in der Kälte wenig, reichlicher in der Hitze löslich, von concentrirter Schwefelsäure wird es mit gelber Farbe gelöst und durch Wasser wieder unverändert abgeschieden; enthält die Schwefelsäure Spuren von Salpetersäure, Chromsäure, Chlor, Brom, so wird es in der Kälte grün gefärbt. Rauchende Salpetersäure verwandelt das Carbazol in **Tetranitrocarbazol**.

Gleichfalls im Rohanthracen und den Anthracenrückständen findet sich das **Phenylnaphtylcarbazol** $C_{16}H_{11}N$ = $C_6H_4.NH.C_{10}H_6$, welches sich analog den obigen Zersetzungen beim Durchleiten von Phenyl-β-Naphtalin durch

ein glühendes Rohr bildet; das physikalische Verhalten ist dem des Carboxyl gleich, nur schmelzen die Krystallblättchen bei 330° C. und sieden bei circa 450° C. Die Lösungen dieses Körpers haben eine intensiv blaue Fluorescenz.

Pyridin- und Chinolinbasen etc.

An die tertiären Monamine schliessen sich eine Reihe von Basen an, **Pyridin-** und **Chinolinbasen**, welche bei der Destillation vieler Alcaloide mit Kalilauge auftreten, sich aber überhaupt bei der trocknen Destillation stickstoffhaltiger und kohlenstoffreicher Substanzen, wie der Steinkohlen, des Torfes und namentlich der Knochen bilden und wovon **Pyridin** C_5H_5N und **Chinolin** C_9H_7N als die Ursubstanzen vieler Alcaloide angesehen werden.

Das **Pyridin** C_5H_5N leitet sich vom Benzol dadurch ab, dass die eine CH-Gruppe — Seite 250 — durch Stickstoff vertreten ist, das **Chinolin** C_9H_7N in gleicher Weise von dem Naphtalin und zwar findet die Vertretung in der α-Stellung statt — Seite 266 —. Das Verhalten dieser Körper schliesst sich den Benzol- und Naphtalinverbindungen vollkommen an und können die Homologen als Methylderivate aufgefasst werden:

Pyridinbasen $C_nH_{2n-5}N$.

				Siedep.	Spc. Gw
Pyridin	C_5H_5N		Fl.	115	0,985
Piccolin	C_6H_7N	= Methylpyridin $C_5H_4(CH_3)N$	„	134	0,965
Lutidin	C_7H_9N	= Dimethylpyrid. $C_5H_3(CH_3)_2N$	„	154	0,946
Collidin	$C_8H_{11}N$	= Trimethylpyrid. $C_5H_2(CH_3)_3N$	„	179	0,921

ferner die noch weniger untersuchten Steinkohlentheerbasen:

			Siedep.	Spc. Gw.				Siedep.	Spc. Gw
Parvolin	$C_9H_{13}N$	Fl.	188	0,966	**Rubidin**	$C_{11}H_{17}N$	Fl.	230	1,017
Corindin	$C_{10}H_{15}N$	„	211	0,974	**Viridin**	$C_{12}H_{19}N$	„	251	1,024

Chinolinbasen $C_nH_{2n-11}N$.

Chinolin	C_9H_7N		„	239	1,081
Lepidin	$C_{10}H_9N$	= Methylchinolin $C_9H_6(CH_3)N$	„	257	—
Cryptidin	$C_{11}H_{11}N$	= Dimethylchinol. $C_9H_5(CH_3)_2N$	„	275	—

Sämmtliche Verbindungen sind farblose, stark lichtbrechende Flüssigkeiten von stechendem eigenartigen Geruche,

ohne Zersetzung destillirbar, mehr oder weniger schwer in Wasser, leicht in Alcohol und Aether löslich. Die einsäurigen Basen vermögen mit Säuren gut krystallisirbare Salze zu bilden. Diese Verbindungen, welche sich auch künstlich darstellen lassen aus Aldehydammonium, theilen die gleiche Eigenschaft mit den tertiären Monaminen, sich mit Alkyljodüren direct zu vereinigen und den Tetraalkylammoniumhydroxyden entsprechende Verbindungen einzugehen. Von den künstlich dargestellten Producten haben **Kairin**, **Antipyrin** und in letzter Zeit **Thallin** Aufnahme in den Arzneischatz gefunden und Antipyrin in gewissen Fällen sogar Chinin verdrängt.

Beim Kochen der Pyridin- und Chinolinbasen mit Salpetersäure oder Chromsäuremischung werden diese wenig verändert und sind dadurch leicht von den isomeren Anilinen etc. zu unterscheiden.

Mit Kaliumhypermanganatlösung wird aber die Seiten-(Methyl)gruppe zu Hydrocarboxyl COOH oxydirt und es entstehen Mono-, Di- und Tricarbonsäuren, welche vielen Pflanzensäuren entsprechen, z. B. die **m-Pyridincarbonsäure** oder die **Nicotinsäure** = $C_6H_4N . COOH$. Es giebt aber auch Säuren, welche die Gruppen im Pyridin- oder Chinolinkern enthalten, so die **Cinchoninsäure** = $C_9H_6N . COOH$.

Wie sich vorstehende Basen vom Benzol und Naphtalin ableiten, so leitet sich das von den Steinkohlenproducten und namentlich in den Anthracenrückständen vorkommende **Acridin** $C_{13}H_9N$ vom Anthracen ab und ist dieser Körper mit **Carbazol** — Seite 343 und 351 — isomer. Das Acridin ist im reinen Zustande farblos, die bei 107° C. schmelzenden und über 360° siedenden Krystalle sind gewöhnlich bräunlich; in heissem Wasser schwer löslich, leicht in Alcohol, Aether, Schwefelkohlenstoff etc. löslich, diese Lösungen, sowie die mit Säuren gut krystallisirenden Salze reflectiren blau; die Salze sind aber wenig beständig.

In seinem ganzen Verhalten sich eng an diese Basen anschliessend ist noch eine Basis, das **Pyrrol** $C_4H_5N = C_4H_4NH = (CH:CH)_2NH$ zu erwähnen, es ist eine secundäre Aminbase und gehört der Furfurgruppe C_4H_4 der Fettkörper an, es

wird aber auch seine Constitution durch eine ringförmige Bindung von 4 Kohlenstoffatomen erklärt: HC=C.NH_2, da ihr Verhalten auch zur Benzolgruppe neigt.

$$\begin{array}{l} HC{=}C.NH_2 \\ \;|\quad\;\;| \\ HC{=}CH. \end{array}$$

Das Pyrrol findet sich gleichfalls in den Destillationsproducten der Steinkohlen, Knochen, Horn, Federn, Wolle etc., sowie in der Tabaksjauche, entsteht bei der Destillation von schleimsaurem Ammonium und durch Vereinigung, Condensation von Acetylen und Ammoniac in der Glühhitze:

Acetylen: $2C_2H_2 + NH_3 = H_2 + C_4H_4 : NH$ = **Pyrrol**, analog der Bildung des Chinolin aus Allylen und Anilin:
Allylen: $CH_3.C{\equiv}CH + C_6H_5.NH_2 = 2H_2 + C_9H_7N$ = **Chinolin**,
und daraus ist auch die Bildung und das Vorkommen in den trocknen Destillationsproducten zu erklären.

Das Pyrrol ist eine farblose, an der Luft sich bräunende Flüssigkeit von angenehmem chloroformartigem Geruche, welche bei 133° C. siedet, specifisches Gewicht = 1,077, in Wasser nicht löslich, in Säuren sehr träge löslich ist, weil es sich nicht damit verbindet, also keine eigentliche Basis ist. Stärkere Säuren zersetzen Pyrrol unter Abscheidung von **Pyrrolroth** = $C_{12}H_{14}N_2O$; mit Wasserstoff *in statu nascendi* bildet sich **Pyrrolin** = $C_4H_6(NH)$, eine bei 90° C. siedende ölige Flüssigkeit, welches eine stärkere Basis ist. Einen mit Salzsäure befeuchteten Fichtenspan färbt dasselbe purpurroth.

Pyrrol vermag gleichfalls Methyl-, Aethylverbindungen zu bilden und sind auch **Pyrrolcarbonsäuren** bekannt. Zur Furfurgruppe gehört auch das im Steinkohlentheerbenzol vorkommende **Thiophen** $C_4H_4S = (CH.CH)_2S$, eine bei 84° C. siedende Flüssigkeit.

Säureamide, Carbamide, Nitrile, Carbylamine.

Bei den Amidobasen — Seite 334 — ist der Wasserstoff des Ammoniac durch Alcoholradicale vertreten, es lässt sich derselbe auch durch Säureradicale ersetzen, so durch Behandlung der Halogenderivate der Säuren mit Ammoniac und es entstehen die Säureamide, welche als ein- oder mehrbasische

Säuren aufzufassen sind, in denen das Hydroxyl OH der Carbongruppe COOH durch die Amidogruppe ersetzt sind und es entstehen dadurch **Monamide, Diamide, Triamide**, während bei der ersteren Auffassung auch gleichzeitig die Bildung primärer, secundärer und tertiärer Säureamide angedeutet wird — Seite 335 —.

Monamide	Diamide	Triamide
$CH_3^{I} . CO . NH_2$	$C_2H_4^{II} . (CO . NH_2)_2$	$C_3H_5^{III} . (CO . NH_2)_3$
Acetamid	Succinamid	Tricarballylamid

Säureamide	Säureimide	Säurenitrile
$\left.\begin{matrix} C_2H_3O \\ H \\ H \end{matrix}\right\} N$	$\left.\begin{matrix} C_2H_3O \\ C_2H_3O \\ H \end{matrix}\right\} N$	$\left.\begin{matrix} C_2H_3O \\ C_2H_3O \\ C_2H_3O \end{matrix}\right\} N$
Acetamid	Diacetamid	Triacetamid

(Auch hier ist jede Verwechslung mit den eigentlichen Nitrilen — Seite 335 und 356 — zu vermeiden).

In dem Ammoniac können aber auch die Wasserstoffatome gleichzeitig durch Säure- und Alcoholradicale ersetzt sein und es entstehen dann **gemischte Amide** wie:

$C_2H_3O . NH . C_2H_5$ = **Aethylacetamid**

$C_2H_3O . NH . C_6H_5$ = **Phenylacetamid** = **Acetanilid**

es werden daher auch die Anilinbasen, in denen sich Säureradicale befinden, **Anilide** genannt.

In die zweibasischen Säuren können 1 oder 2 Amidogruppen eintreten und liefert in dieser Hinsicht gerade die hypothetische Kohlensäure $CO(OH)_2$ interessante Verbindungen:

$CO(OH)_2$;	$CO . NH_2 . OH$;	$CO . (NH_2)_2$
Kohlensäure	**Carbaminsäure**	**Carbamid** = **Harnstoff**

Die **Carbaminsäure** ist im freien Zustande nicht bekannt, ihr Ammoniumsalz $CO . NH_2 . O(NH_4)$ findet sich in dem im Handel vorkommenden anderthalbfach kohlensauren Ammonium = Hirschhornsalz. Die Aether dieser Säure sind die **Urethane** und sind krystallinische flüchtige Körper, die sich in Wasser, Alcohol und Aether leicht lösen.

Der **Harnstoff** oder das Diamid der hypothetischen Kohlensäure = **Carboxyldiamid** ist isomer mit dem **cyansauren Ammonium**:

$CO^{II}(NH_2)_2$ = **Harnstoff**; $CNO.NH_4$ = **Cyansaures Ammonium** und zwar entsteht ersterer Körper durch Umlagerung der Atome aus dem cyansauren Ammonium. Der Carbaminsäure und dem Carbamid entspricht eine **Sulfocarbaminsäure** $CS.NH_2.SH$ und ein **Thioharnstoff** $CS(NH_2)_2$.

Der Harnstoff ist in vielen thierischen Flüssigkeiten, insbesondere aber im Harn der Menschen und Fleischfresser enthalten; in geringer Menge findet sich aber auch der Harnstoff im Schweisse, Blute. Der im Urin enthaltene Harnstoff ist das letzte Zersetzungsproduct der im thierischen Organismus umgesetzten Eiweissstoffe und ist daher ein Mass für die Grösse des Stoffwechsels. Im Harnstoff lassen sich die Wasserstoffatome der Amidogruppe durch Alcoholradicale ersetzen und es entstehen dadurch Methyl-, Aethyl-, Phenylharnstoff etc. Der Harnstoff ist aber auch im Stande, ähnlich den Polyglycolen, Polyglycerinen — **Polyurete** zu bilden. Die Imidverbindung des Harnstoffes ist das bereits — Seite 340 — erwähnte **Guanidin**.

Die isomere Verbindung des Harnstoffes, das **cyansaure Ammonium** $CNO.NH_4$, führt nun zu der letzten zu betrachtenden, in den Abriss passenden Gruppe den „**Nitrilen**".

Die organischen Ammoniumsalze verlieren durch wasserentziehende Substanzen, z. B. Phosphorsäureanhydrid, zuerst ein Molecül Wasser, und gehen in intermediäre Producte, die Säureamide, durch fernere Wasserentziehung in die **Nitrile** oder **Cyanderivate der Kohlenwasserstoffe** über.

$$\underbrace{H.COONH_4}_{\text{Ameisensaures Ammonium}} - H_2O = \underbrace{H.CO.NH_2}_{\text{Formamid}} - H_2O = \underbrace{H.C{\equiv}N}_{\text{Blausäure = Cyanwasserstoffsäure}}$$

$$\underbrace{C_6H_5.COONH_4}_{\text{Benzoësaures Ammonium}} - H_2O = \underbrace{C_6H_5.CONH_2}_{\text{Benzamid}} - H_2O = \underbrace{C_6H_5.C{\equiv}N}_{\text{Benzonitril = Cyanbenzol}}$$

$$\underbrace{(COONH_4)_2}_{\text{Oxalsaures Ammonium}} - 2H_2O = \underbrace{CONH_2.CONH_2}_{\text{Oxamid}} - 2H_2O = \underbrace{(CN)_2}_{\text{Dicyan = Cyan}}$$

so ist also die **Blausäure** $H.C{\equiv}N$ das Nitril der Ameisensäure
das **Cyanmethyl** $CH_3.C{\equiv}N$ „ „ „ Essigsäure
„ **Cyanbenzol** $C_6H_5.C{\equiv}N$ „ „ „ Benzoësäure
„ **Cyan** $CN.CN$ „ „ „ Oxalsäure

Die **Cyangruppe** CN kommt jedoch in zwei isomeren Verbindungen vor und zwar hat der Stickstoff darin eine 3- oder 5-Werthigkeit und je nachdem die Anlagerung fremder Atomgruppen an den Kohlenstoff oder Stickstoff stattfindet, entstehen die isomeren Verbindungen **Nitrile oder eigentiche Cyanide** X. C≡N^{III} und **Carbylamine** oder **Isonitrile** oder **Pseudocyanide** X.N^{V}≡C.

Nitrile = Cyanide.

H.C≡N;	CH_3.C≡N;	C_6H_5.C≡N
Blausäure =	Acetonitril =	Benzonitril =
Cyanwasserstoffsäure	**Cyanmethyl**	Cyanphenyl

Isonitrile = Carbylamine.

CH_3.N≡C;	C_2H_5.N≡C;	C_6H_5.N≡C
Methylcarbylamid =	Aethylcarbylamid =	Phenylcarbylamid =
Methylisocyanür	Aethylisocyanür	Phenylisocyanür

Wird in der Blausäure das Wasserstoffatom durch die Hydroxylgruppe ersetzt, so bildet sich die **Cyansäure** CN.OH; durch die Hydrosulfurylgruppe die **Schwefelcyanwasserstoffsäure = Rhodanwasserstoffsäure** CN.SH; tritt an Stelle des Wasserstoffradicals ein Alcoholradical, so entstehen gleichfalls isomere Verbindungen; hier von Interesse ist aber nur die Isoverbindung, das ätherische **Senföl = Isosulfocyanallyl = Allylsenföl** C_3H_5.NCS und davon abgeleitet das **Phenylsenföl** C_6H_5.NCS, welches im Leuchtgase vorkommt und demselben den eigenartigen Geruch ertheilt — Seite 152 —; es ist eine farblose bei 222° C. siedende Flüssigkeit. Dem Phenylsenföl isomer ist das **Rhodanphenyl** C_6H_5.S.CN.

Das gleichfalls in den Steinkohlendestillationsproducten vorkommende **Cyanmethyl** CH_3.C≡N = **Acetonitril** findet sich neben Schwefelkohlenstoff in dem unterhalb 80° C. siedenden Theile des Rohbenzols; es ist eine nicht unangenehm ätherisch riechende Flüssigkeit, welche bei 77° C. siedet, ein specifisches Gewicht = 0,835 hat, deren Dampf mit violett gesäumter Flamme brennt, und welche mit Wasser in allen Verhältnissen mischbar ist, durch Salze aber daraus abgeschieden wird.

Säureamide, Carbamide,

Siehe Anmerkung

Fettkörper

Name und Formel	Aggregatzustand	Siedep. Schmelzpunkt	Spec. Gew.	bei °C.
				Säure-
Formamid $CHO.NH_2$	Fl.	194	—	—
Aethylformamid $CHO.NH.C_2H_5$	„	199	—	—
Acetamid $C_2H_3O.NH_2$	Kr.	82/222	—	—
Diacetamid $(C_2H_3O)_2NH$	„	59/210	—	—
Triacetamid $(C_2H_3O)_3N$	„	79	—	—
Butyramid $C_4H_7O.NH_2$	„	115/216	—	—
Palmitinamid $C_{16}H_{31}O.NH_2$	„	93	—	—
Stearinamid $C_{18}H_{35}O.NH_2$	„	107,5	—	—
Oleamid $C_{18}H_{33}O.NH_2$	„	79	—	—
Oxamid $C_2O_2(NH_2)_2$	„	subl./zers.	—	—
Succinamid $C_2H_4(CONH_2)_2$	„	zers.	—	—
Succinimid $C_2H_4.(CO)_2.NH$	„	126	—	—
				Carb-
Harnstoff = Carbamid $CO(NH_2)_2$	Kr.	132	—	—
Aethylharnstoff $CO.NH_2.NH.C_2H_5$	„	92	—	—
α-Diäthylharnstoff $CO.(NH.C_2H_5)_2$	„	112/263	—	—
β-Diäthylharnst. $CO.NH_2.N(C_2H_5)_2$	„	97/280	—	—
Aethylidenharnst. $CO(NH)_2.CHCH_3$	„	154	—	—
Acetylharnstoff = $CO.NH_2.NH.C_2H_3O$	„	112	—	—
			Nitrile =	
Cyanwasserstoffgas = Formonitril HCN				
Cyanmethyl = Acetonitril CH_3CN	Fl.	81,6	—	—
Nitroacetonitril $CH_2.(NO_2).CN$	„	—	—	—
Cyanäthyl = Propionitril	„	98	0,787	15
Butyronitril $C_3H_7.CN$	„	118	—	—
Allylcyanid $C_3H_5.CN$	„	118	0,830	15
			Carbylamine =	
Methylcarbylamin $CH_3.NC$	Fl.	89	—	—
Aethylcarbylamin $C_2H_5.NC$	„	79	—	—
Allylisocyanide $C_3H_5.NC$	„	106	0,796	17
Senföl $C_3H_5.NCS$	„	148	1,017	10

Nitrile, Carbylamine.

auf Seite 288/289.

Aromatische Körper.

Name und Formel	Aggregatzustand	Siedep. Schmelzpunkt	Spec. Gew.	bei °C.
amide.				
Formanilid $C_6H_5 . NH . CHO$	Kr.	46	—	—
Thioformanilid $C_6H_5 . NH . CHS$	"	137,5	—	—
Acetanilid $C_6H_5 . NH . C_2H_3O$	"	112	—	—
Diacetanilid $C_6H_5 . (C_2H_3O)_2$	"	111	—	—
Trichloracetanilid $C_6H_5 . NH . C_2Cl_3O$	"	82	—	—
Butyranilid $C_6H_5 . NH . C_4H_7O$	"	90	—	—
Nitrosoacetanilid $C_6H_5.N.NO.C_2H_3O$	"	41	—	—
Stearinanilid $C_6H_5 . NH . C_{18}H_{35}O$	"	93,6	—	—
Myristinanilid $C_6H_5 . NH . C_{14}H_{27}O$	"	84	—	—
Oxanilid $C_2O_2(NH . C_6H_5)_2$	"	245/320	—	—
Phenylglycocoll = $COOH . CH_2 . NH . C_6H_5$	"	126	—	—
Glycolsäureanilid = $C_6H_5 . NH . CO . CH_2 . OH$	"	108	—	—
amide.				
Phenylharnstoff $CO . NH_2 . NH . C_6H_5$	Kr.	147	—	—
Phenylthioharnst. $CS.NH_2.NH.C_6H_5$	"	—	—	—
Carbanilid = Diphenylharnstoff = $(NH . C_6H_5)_2$	"	235	—	—
Carbanil = Phenylcarbimid = $CO{=}N . C_6H_5$	Fl.	163	1,092	15°
Acetylcarbanilid = $CO . NH . C_6H_5 . N . C_6H_5 . C_2H_3O$	Kr.	115	—	—
Cyanide.				
Cyanbenzol = Benzonitril $C_6H_5 . CN$	Fl.	191	1,023	0°
o-Nitrobenzonitril $C_6H_4(NO_2) . CN$	Kr.	109	—	—
Kyaphenin $C_{21}H_{15}N_3 = (C_6H_5 CN)_3$	Kr.	231	—	—
o-Tolunitril $C_6H_4 . CH_3 . CN$	Fl.	204	—	—
Benzylcyanid $C_6H_5 . CH_2 . CN$	"	229	—	—
m-Dicyanbenzol $C_6H_4(CN)_2$	Kr.	156	—	—
Cumonitril $C_6H_4 . C_3H_7 . CN$	Fl.	239	0,765	15°
Isocyanide.				
Phenylisocyanide $C_6H_5 . NC$	Fl.	167	—	—
Phenylsenföl $C_6H_5 . NCS$	"	222	—	—

Das Cyanmethyl findet technische Verwendung bei der Darstellung von Phenylfarben.

Die Nitroverbindung des Cyanmethyls **Nitrocyanmethyl** oder **Knallsäure** $CN.CH_2.NO_2$ existirt im freien Zustande nicht, bildet aber mit Quecksilber und Silber Salze, von denen das **knallsaure Quecksilber** $CN.CHg.NO_2$ zur Fabrikation von Zündrequisiten benutzt wird.

Die **Blausäure, Cyanwasserstoffsäure, Cyanwasserstoff** HCN; HCy; $H.C \equiv N$ ist 1782 von Scheele entdeckt, kommt in der Natur im freien Zustande überhaupt nicht fertig gebildet vor, sondern entsteht aus der Zersetzung des in den Früchten der Amygdalaceae enthaltenen **Amygdalin** $C_{20}H_{27}NO_{11}$ und des gleichzeitig darin enthaltenen als Ferment dienenden **Emulsin** oder **Synaptase** bei Gegenwart von Wasser und zwar bildet sich dabei Bittermandelöl, Glycose und Blausäure.

$$\underbrace{C_{20}H_{27}NO_{11}}_{\text{Amygdalin}} + 2H_2O = \underbrace{C_6H_5.COH}_{\text{Bittermandelöl}} + \underbrace{2C_6H_{12}O_6}_{\text{Glycose}} + \underbrace{HCy}_{\text{Blausäure}}$$

An Stelle des Emulsin können auch andere Fermente wirken.

Mit Natrium verbunden lässt sich die Blausäure im Speichel nachweisen.

Die reine Blausäure, resp. der reine Cyanwasserstoff, eine ausserordentliche giftige Substanz, ist eine leicht bewegliche farblose Flüssigkeit, welche ein specifisches Gewicht von 0,6969 bei 18° C. hat, bei — 15° C. zu einer krystallinischen Masse erstarrt, bei 26,5° C. siedet und mit weisser, rosäumsäumter leuchtender Flamme brennt. Ist mit Alcohol und Wasser in jedem Verhältnisse mischbar und zersetzt sich unter Einwirkung des Lichtes in **Paracyan**, welches sich in braunen Flocken abscheidet, Ameisensäure und Ammoniac.

$$H.CN + 2H_2O = NH_3 + H.COOH = \text{Ameisensäure}.$$

Unter besonderen Verhältnissen erfolgt diese Zersetzung unter Temperaturerhöhung und Gasentwicklung, so dass gut verschlossene Gefässe dadurch zertrümmert werden können. Ein ganz geringer Zusatz einer Mineralsäure zur Blausäure erhöht die Haltbarkeit auf längere Zeit.

Es hat sich also hier aus der Blausäure durch Wasseraufnahme das ameisensaure Ammonium zurückgebildet,

und ist der umgekehrte Fall, der zur Bildung der Nitrile — Seite 356 — führte; ebenso lassen sich auch die anderen Nitrile durch Wasseraufnahme in die entsprechenden Ammoniumverbindungen überführen, wobei als intermediäre Producte wieder die Säureamide auftreten.

Durch nascirenden Wasserstoff aus Zink und Salzsäure erzeugt, wird die Blausäure in Methylamin umgewandelt, wie überhaupt die Nitrile bei dieser Manipulation in die Amine übergehen.

Die Darstellung der Blausäure resp. des Cyans wäre umständlich, wenn es nur den einzigen oben angeführten Weg gäbe; der Thierkörper, also die stickstoffhaltigen Substanzen, Horn, Häute, Hufe, Blut etc. geben ein hinreichendes Material zur Cyanbildung beim Schmelzen derselben mit Pottasche. Während Kohlenstoff und Stickstoff sich nicht direct vereinigen lassen, geschieht es bei diesem Schmelzen leicht. Das gebildete **Cyankalium** KCN ist von den die Pottasche verunreinigenden Salzen nicht leicht zu trennen, es wird deshalb die Schmelze mit Eisenoxyd oder Eisencarbonat etc. behandelt, wobei sich ein Doppelsalz bildet, welches ziemlich leicht löslich ist und in schönen grossen Krystallen mit 3 Atomen Wasser krystallisirt, es ist das **gelbe Blutlaugensalz = Ferrocyankalium** $K_4Fe(CN)_6$ oder K_4Cfy, welches eine grosse technische Bedeutung hat und zur Darstellung fast aller Cyanverbindungen benutzt wird.

Mit oxydirenden Substanzen wie Chlor, Salpetersäure etc. geht es in das **rothe Blutlaugensalz = Ferridcyankalium** $K_3Cfy = K_3Fe(CN)_6$ über und beim weiteren Behandeln mit concentrirter Salpetersäure unter heftiger Reaction und weiterer Abscheidung von Kalium in **Nitroferridcyankalium = Nitroprussidkalium** $K_2[Fe.(CN)_5.NO]$, welche 3 Salze mit anderen Metallsalzen charakteristische Verbindungen bilden und eine ausgedehnte Verwendung in der Farbentechnik finden. In diesen Körpern ist die festgegliederte Gruppe $Fe(CN)_6 = Cfy$ vorhanden.

Aus dem Ferrocyankalium wird durch Behandeln mit Schwefelsäure die Blausäure direct dargestellt und beim Behandeln dieser mit den verschiedensten Metalloxyden lassen

sich die Metallcyanverbindungen darstellen, so Cyankalium K^ICy, Cyanzink $Zn^{II}Cy_2$, Cyansilber Ag^ICN, Cyanquecksilber $Hg^{II}(CN)_2$. Beim Erhitzen der letzteren Salze bleibt reines Silber oder Quecksilber zurück und das reine **Cyan** oder **Dicyan** $C_2N_2 = CN.CN$ entweicht. Es ist ein farbloses eigenthümlich riechendes giftiges Gas, welches bei — 34° C. krystallinisch erstarrt, bei — 21° C. bereits siedet und mit rosa umsäumter Flamme brennt. Das Cyangas findet sich in geringer Menge in den Hohofengasen, seine theoretische Bildung aus oxalsaurem Ammonium ist bereits oben — Seite 356 — erwähnt; die wässrige oder alcoholische Lösung zersetzt sich beim Stehen ähnlich wie die Blausäure, es scheidet sich ein brauner flockiger Körper, die **Azulmsäure** $C_4N_4H_4O_2 = 2C_2N_2 + 2H_2O$, ab, während in der Lösung kohlensaures, ameisensaures, cyansaures, oxalsaures Ammonium und Harnstoff bleiben, und als intermediäres Product auch hier **Oxamid** $NH_2OC.CONH_2$ auftritt. Das Cyangas verhält sich zur Blausäure wie das Chlor zur Salzsäure.

Das im Handel vorkommende Cyankalium wird ausschliesslich durch Schmelzen und Glühen des entwässerten Blutlaugensalzes bereitet bis keine Stickstoffentwicklung mehr stattfindet; die Schmelze wird in reinem Wasser gelöst, nach einigem Stehen hat sich das Kohleneisen abgesetzt und die Lösung kann klar abgegossen und weiter verarbeitet werden.

$$K_4Fe(CN)_6 = FeC_2 + 2N + 4KCN$$

Um eine grössere Ausbeute an Cyankalium zu erzielen, wird nach dem Liebig'schen Verfahren das Ferrocyankalium mit kohlensaurem Kali geschmolzen, es ist dann aber das Product mit **cyansaurem Kalium** $KCyO$ und **isocyansaurem Kalium** $CN.OK$ verunreinigt. Die Trennung lässt sich mit Alcohol bewirken, worin das cyansaure Salz leicht löslich ist.

$$K_4Fe(CN)_6 + K_2CO_3 = CO_2 + Fe + KCNO + 5KCN.$$

Das Cyankalium ist ein kräftiges Reductionsmittel, wird deshalb vielfach zu analytischen Zwecken angewendet, da es Sauerstoff aus Metallverbindungen aufnimmt und die reinen Metalle zurücklässt. Freien Schwefel nimmt das Cyankalium

direct auf und geht dadurch in **Schwefelcyankalium = Rhodankalium** K Cy S über.

Das Cyankalium giebt mit Metallsalzen leicht lösliche Doppelsalze, nur das Cyankalium-Cyanquecksilber ist schwer löslich.

Wirkt auf Cyankalium Jod, Brom oder Chlor ein, so bilden sich der Blausäure analoge Verbindungen: **Jodcyan** J.CN eine weisse Krystallmasse; **Bromcyan** BrCN ist eine Flüssigkeit und **Chlorcyan** ClCN ein farbloses zu Thränen reizendes, sehr giftiges Gas, welches sich bei + 15° C. zu einer Flüssigkeit verdichtet und aus der sich bei + 5° C. Krystalle abscheiden. Bleibt flüssiges Chlorcyan 2—3 Monate stehen, so polymerisirt der Körper und geht in **dreifach Chlorcyan = Tricyantrichlorid** $Cl_3.(CN)_3$ über, welche Krystalle bei 145° C. schmelzen und bei 190° C. sieden, beim Kochen dieser Krystalle mit Wasser oder Alkalien findet ein einfacher Austausch statt und es geht die Verbindung in

$Cy_3Cl_3 + 3H_2O = 3HCl + Cy_3(OH)_3 = C_3N_3H_3O_3 =$ **Cyanursäure**, eine polymere Verbindung der Cyansäure CNHO über. Die Cyanursäure krystallisirt mit 2 Molecülen Wasser in Prismen, ist in heissem Wasser und Alcohol leicht löslich, zerfällt beim Erhitzen in Cyansäure, beim Kochen mit Säuren in Kohlensäure und Ammoniac und verwandelt sich mit Phosphorpentachlorid wieder in Tricyantrichlorid.

(Die sogenannten „**Mineralölsäuren**“ sind, weil noch zu wenig untersucht und bekannt, fortgelassen.)

VI. Physicalische Eigenschaften der Mineralöle. Consistenz. Specifisches Gewicht. Viscosität. Erstarrungspunkt. Schmelzpunkt. Geruch. Geschmack. Farbe. Veränderungen an der Luft. Entflammbarkeit. Entzündbarkeit. Brennbarkeit. Siedepunkt. Electricität. Lichtbrechungsvermögen. Bestimmungsmethoden der verschiedenen physicalischen Eigenschaften.

---

1. Consistenz. Specifisches Gewicht. Viscosität.

Die **Consistenz**, die Dichte der Mineralöle etc., ist in gewissem Sinne dem **Aggregatzustande** entsprechend und es werden wie bei den Thier- und Pflanzenfetten flüssige und feste Oele unterschieden, welche noch wiederum verschiedene Unterabtheilungen zulassen, wie leichtflüssig: Benzin, Petroleum; zähflüssig: Schmieröle, Theere; salbenartig: Vaseline; fest: Paraffin. Im vierten Abschnitt, in dem Kapitel über die Zusammensetzung der Mineralöle etc., ist Verschiedenes über Consistenz bemerkt, so dass es hier lediglich Sache ist, die Methoden zur Bestimmung der Consistenz und der damit im Zusammenhange stehenden Eigenschaften kennen zu lernen. Es ist die einfachste Methode, um über Leicht- oder Schwerflüssigkeit eines Oeles zu entscheiden, das schnelle oder weniger schnelle Aufsaugen des fraglichen Oeles von Fliesspapier etc. zu beobachten. Das Durchfetten des Fliesspapieres, der Dochte, gebrannten Thones etc. beruht auf der aufsaugenden Wirkung der einzelnen Partikelchen Fäserchen, Härchen — **Capillarität** — und ist abhängig von der Dicke der Fasern etc., von der Verschiedenheit der Oele und von den Temperaturen der Oele.

Die Fossilöle haben ebenso wie die Pflanzen- und Thieröle die charakteristische Eigenschaft, Papier dauernd zu durchfetten; eine Ausnahme machen die leicht siedenden Oele wie Benzin etc., welche auch richtiger den pflanzlichen und thierischen ätherischen Oelen entsprechend als **ätherische Mineralöle** bezeichnet wurden, obgleich ja alle Mineralöle bis zu 360° C. unzersetzt flüssig sind, so mag der Ausdruck wenigstens für diejenigen gelten, welche unter 150° C. sieden.

Um die Consistenz oder die Dichte eines Oeles etc. zu bestimmen, werden zwei Methoden angewendet:

1. die specifische Gewichtsbestimmung, welche das Verhältniss zu einem gleichen Volumen Wasser angiebt,
2. das Bestimmen des Flüssigkeitsvermögens oder der Zähflüssigkeit — Viscosität.

Die erstere Bestimmung zeigt nur das Verhältniss der verschiedenen Oele zum Wasser an, während die Zähflüssigkeitsbestimmung das verschiedene Verhalten der Oele untereinander angiebt, also auf der Unabhängigkeit der Oele bei etwa gleichem specifischen Gewichte beruht.

Alle Mineralöle sind leichter als Wasser und schwimmen auf demselben; das specifische Gewicht schwankt bei den:

1. ätherischen Mineralölen — Light oils — zwischen 0,650—0,750,
2. schweren Mineralölen — Heavy oils — zwischen 0,750—0,950.

Unter dem specifischen Gewichte fester und tropfbar flüssiger Körper wird das Verhältniss ihres eigenen absoluten Gewichtes zu dem eines gleichen Volumen Wasser verstanden.

Ist das Gew. von 100 Cubikcentimeter Oel = 92,36 Gramm,
das Gewicht „ 100 „ Wasser = 100,00 „
so ist das spec. Gew. des Oeles $= \frac{92,36}{100,00} = 0,9236.$

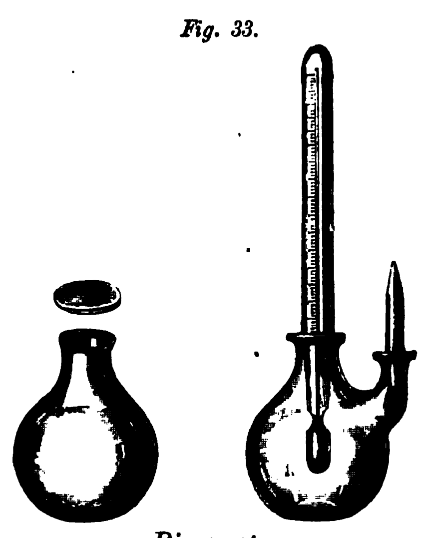
Die Bestimmung des specifischen Gewichtes der Fettkörper, wenn es sich um ganz genaue Zahlen bis zur 5. oder 6. Decimalstelle handelt, kann auf mehrfache Weise geschehen; beruht aber jederzeit auf dem Grundsatze, dass die specifischen Ge-

wichte zweier gleich schwerer Körper sich umgekehrt verhalten, wie ihre Volumina oder bei gleichem Volumen derselben, wie ihre absoluten Gewichte.

Zur Bestimmung werden nun benutzt:

1. **Picnometer** — Fig. 33 —, d. i. ein kleines, nach oben sich verengendes, mit einem Glasstöpsel versehenes Glasgefäss; den Glasstöpsel kann auch ein eingeschliffener Thermometer ersetzen. Dasselbe wird mit Wasser gefüllt, mit Stöpsel versehen und gewogen; sodann wird das Wasser daraus entfernt, das Glasgefäss etc. gut ausgetrocknet, bis an den Stöpsel mit dem zu prüfenden Oele gefüllt und wieder gewogen. Da die Volumina von Wasser und dem zu prüfenden Oele gleich waren, so braucht nur das Gewicht des letzteren durch das des Wassers dividirt zu werden, um das specifische Gewicht des Oeles zu erhalten.

Fig. 33.



Picnometer.

Gewicht des Picnometer mit destillirtem Wasser 24,832 Grm.
„ „ „ ohne Wasser . . . . 11,532 „
13,300

Gewicht des Picnometer mit Oel 23,668 Grm.
„ „ „ ohne „ 11,532 „
12,136

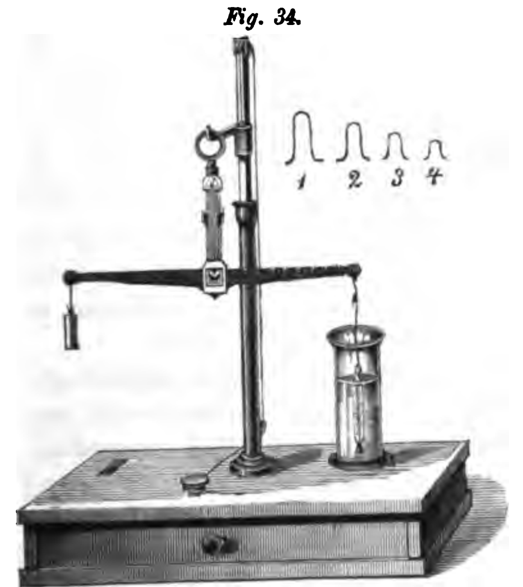
Es ergiebt sich die Proportion:

13,300 : 12,136 = 1 (das spec. Gew. des Wassers): X

folglich $X = \frac{12,136 \cdot 1}{13,300} = 0,91250$ = spec. Gew. des Oeles.

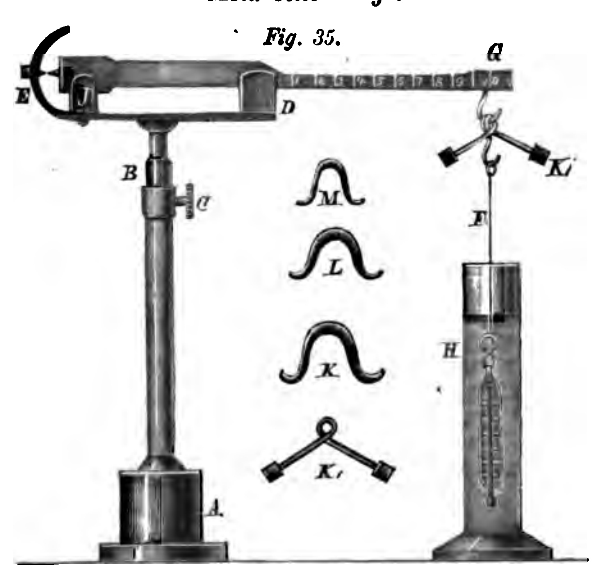
2. **Mohr'sche Wage** — Fig. 34 — gründet sich auf das hydrostatische Gesetz, nach welchem ein eingetauchter Körper so viel von seinem Gewichte verliert, wie ein dem seinigen

Fig. 34.



Mohr'sche Wage.

Fig. 35.



Westphal'sche Wage.

A Stativ. B Schiebestange, welche die eigentliche Wage trägt und mittelst C Schraube hoch und niedrig gestellt werden kann. E Einstellzunge. D Hypomochlium (Hebelstützpunkt). F Auflage. G Haken z. Anhängen d. Glaskörpers. H Cylinder zur Oelaufnahme. F_1 Platindraht mit Glaskörper. K_1 K L M Gewichte.

gleiches Volumen der Flüssigkeit, in welche er eingetaucht ist, wiegt. Der eine Schenkel des Wagebalkens ist in 10 gleiche Theile getheilt, an denselben wird ein mit einem Thermometer versehener Glaskörper gebracht, welcher am anderen Wagebalkenschenkel im Gleichgewicht gehalten ist. Wird nun der Glaskörper in Wasser von 4° C. (der grössten Dichtigkeit des Wassers) getaucht, so verliert er an Gewicht, das Gleichgewicht ist gestört, wird aber wieder durch Anhängen eines justirten Drahtes hergestellt. Dieser Draht ist offenbar so schwer als das vom Glaskörper verdrängte Wasser.

Es wird dann ein zweiter Draht angefertigt, dessen Gewicht ein Zehntel, ein dritter, dessen Gewicht ein Hundertstel und ein vierter, dessen Gewicht ein Tausendstel vom ersten ist. Werden nun, nachdem der Glaskörper in ein Oel getaucht ist, die Drähte in die Theilstriche, bis die Wage im Gleichgewicht ist, gehängt, so giebt der erste Draht die Zehntel, der zweite die Hundertstel, der dritte die Tausendstel u. s. w. an. — Für Flüssigkeiten schwerer als Wasser ist nur ein zweiter Draht gleich dem ersteren nothwendig.

Werden an den Mohr'schen Wagebalken zwei justirte Wagschalen gehängt, so ist die Mohr'sche Wage auch für technische Untersuchungen sehr zweckmässig.

3. **Westphal'sche Wage** — Fig. 35 — ist im Ganzen nur eine einschenklige Mohr'sche Wage, denn sie beruht auf dem selben Princip und ergeben wie oben die verschieden schweren Gewichte die 1., 2. oder 3. Decimalstelle.

4. **Reimann'sche Aräometerwage** nebst **Substitutionswage** — Fig. 36 —. Das Princip der Aräometerwage besteht in der Anwendung des Reimann'schen Patentkörpers — (D. R. P. 791 — dessen Gewicht und Volumen auf bestimmte Werthe justirt sind) in Verbindung mit einer einschenkligen Wage und der Bestimmung der Werthe durch Gewichte, welche einem beliebigen Satze von Analysengewichten entnommen werden können.

An einem Stativ — *A* — auf hufeisenförmigem Fusse mit Einstellschraube ist ein verschiebbarer Halter — *C* — für den Glascylinder — *E* —, der zur Aufnahme der zu untersuchenden

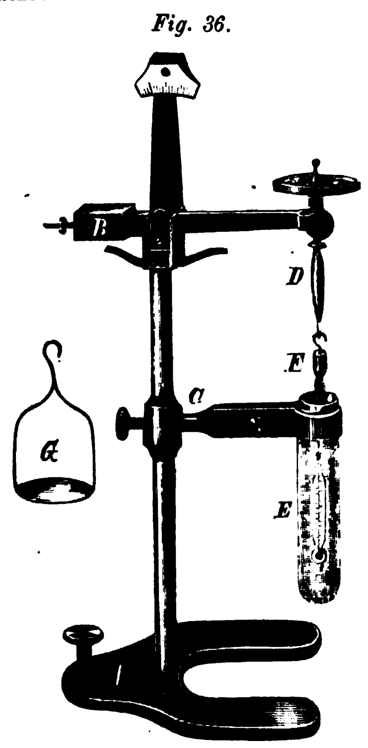
Flüssigkeit dient, angebracht; darüber befindet sich der einschenklige Wagebalken nebst den nöthigen Utensilien.

Die in Anwendung kommenden Patentkörper verdrängen 1 Gramm resp. 10 Gramm destillirtes Wasser bei 15° C. und zwar wird das Aräometer benutzt:

1. mit dem Eingrammkörper, wenn nur wenig Flüssigkeit, etwa 5—10 Grm. wie bei Proben vorhanden ist; hierbei wird das specifische Gewicht bis zur dritten Decimalstelle angegeben.

2. mit dem Zehngrammkörper, wenn 40 bis 50 CC. Flüssigkeit vorhanden sind und werden dann bis zur vierten Decimalstelle genaue Resultate erzielt.

Fig. 36.



Reimann'sche Aräometerwage.

A Stativ auf Hufeisenfuss mit Einstellschraube. *B* Wagebalken. *C* stellbare Klemme. *D* Gewichtsteller mit Einhängekörper. *E* Cylinder zur Oelaufnahme. *F* Patentkörper. *G* Wagschale.

Bei Aufstellung der Wage ist die abnehmbare Schale *D* oben aufzusetzen, der Patentkörper einzuhängen und mittelst der Fussstellschraube *A* die Zunge auf Null zu stellen. Um den Fehler, welcher durch mehr oder weniger tiefes Eintauchen des Körpers in die Flüssigkeit entstehen kann, zu vermeiden, wird auf die obere Schale, dem kleineren Körper entsprechend, ein Gewichtsstück von einem Grm. des zu benutzenden Gewichtssatzes gelegt und dann der mit destillirtem Wasser von 15° C. bis zu einer Marke gefüllte Cylinder so lange verschoben, bis die Zunge wieder einspielt; man schätzt darauf die Länge des eintauchenden Stückes des Aufhängedrahtes und notirt sich solche.

Bei allen zu untersuchenden Oelen resp. Flüssigkeiten muss der Patentkörper, so weit wie vorher notirt, eintauchen, wenn die Wage einspielt.

Die Bestimmung selbst ist nun eine sehr einfache, man belastet die Schale an *D* so lange mit Gewichten, bis die Zunge wieder auf dem Nullpunkt einsteht. Beträgt die nöthige Belastung bei Anwendung des Eingrammkörpers z. B. 0,655 Grm. oder 1,526 Grm., so ergiebt diese Summe direct das specifische Gewicht der untersuchten Flüssigkeit; dasselbe würde also = 0,655 oder 1,526 sein. Ist ferner beispielsweise die nöthige Belastung bei Anwendung des Zehngrammkörpers = 6,732 oder 12,733 Grm., so ergiebt die Summe durch 10 dividirt das specifische Gewicht der untersuchten Flüssigkeiten, also 0,6732 oder 1,2733. Zu der Wage für den Zehngrammkörper kann auch der Eingrammkörper benutzt werden.

Die Vorzüge dieses Apparates der Westphal'schen und Mohr'schen Wage gegenüber bestehen hauptsächlich in dem Fortfall der Schnitteintheilungen auf dem Balken, wodurch eine grosse Fehlerquelle vermieden wird, da alle Schnitte als Axen wirken und untereinander in bestimmten Verhältnissen justirt sein müssen, so dass die Aenderung der Endaxe oder Mittelaxe eine falsche Angabe sämmtlicher Schnitte nach sich zieht. Ferner geben die ungezeichneten Seitengewichte, die den verschiedenen Decimalstellen entsprechen, eher zu Verwechslungen Anlass als die allgemein benutzten und bekannten Grammgewichte. Die Empfindlichkeit bei dem beschriebenen Aräometer ist constant, da die Belastung auf der Endaxe stets dieselbe ist.

Die Umwandlung dieses Aräometers in eine Substitutionswage wird durch Umwechselung des Patentkörpers gegen eine Bügelschale vollzogen; die dem Eingrammkörper entsprechende Schale ist um 2 Gramm, die dem Zehngrammkörper entsprechende Schale um 11 Gramm leichter als der Körper selbst und kann dieses Gewicht durch Auflegen von 2 resp. 11 Grm. ergänzt werden. Handelt es sich nun um die Gewichtsbestimmung eines Körpers von geringerer Schwere als die angegebene Grammzahl, so ergeben die bis zum Einschwingen des Null-

punktes abgenommenen Gewichte das directe Gewicht der Körper, oder handelt es sich um eine bestimmte abzuwägende Menge, z. B. 0,25 oder 5,23 Grm., so wird die Anzahl Grammgewichte von der oberen Schale entfernt und die untere Schale so lange mit dem abzuwägenden Körper belastet, bis die Wage einspielt.

Für die Zwecke des Handels werden besonders construirte:

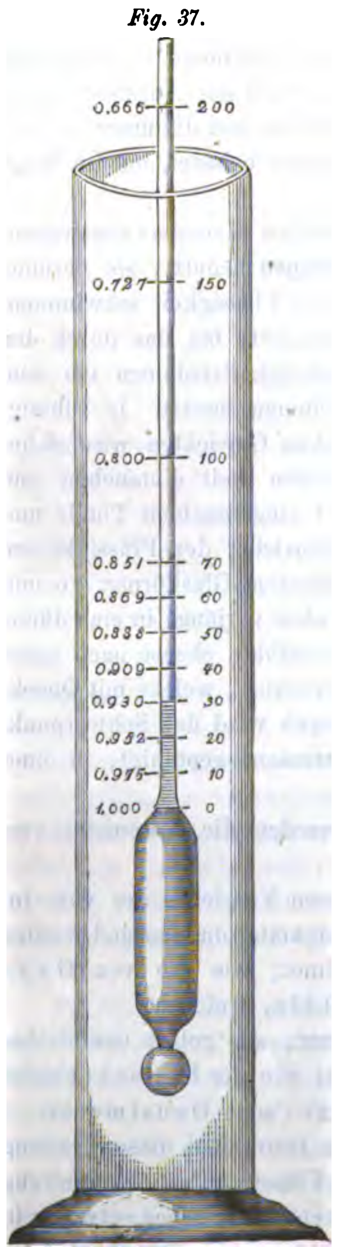
5. **Scalenaräometer** oder **Senkwagen** benutzt, sie beruhen auf dem Grundsatze, dass ein in einer Flüssigkeit schwimmender Körper soweit in dieselbe eintaucht, bis das durch den eingetauchten Theil verdrängte Flüssigkeitsvolumen ein dem schwimmenden Körper gleiches Volumen besitzt. In Flüssigkeiten von verschiedenen specifischen Gewichten wird daher ein schwimmender Körper verschieden weit eintauchen und zwar werden sich die Volumina der eingetauchten Theile umgekehrt verhalten wie die spec. Gewichte der Flüssigkeiten.

Die Aräometer sind hohle geschlossene Glaskörper, wie umstehende Fig. 37 u. 38 zeigt, nach oben verjüngt in eine dünne Röhre ausgezogen, welche die Scala enthält, ebenso nach unten verjüngt und dann zu einer Kugel erweitert, welche mit Quecksilber oder Schrot gefüllt ist, dadurch wird der Schwerpunkt nach unten gelegt und ist das Instrument genöthigt, in einer Flüssigkeit aufrecht zu schwimmen.

Je nach Angabe der Scala werden die Aräometer verschiedene Namen führen und zwar:

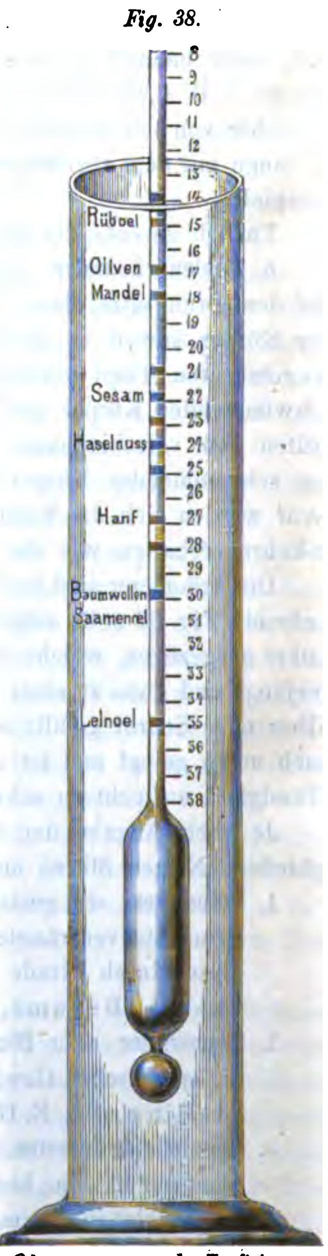
1. **Volumeter**, sie gestatten einen Vergleich der vom Instrumente verdrängten Flüssigkeitsvolumina und werden diese durch Grade bezeichnet; wie die von Gay-Lussac, Beaumé, Twaddle, Brix.
2. **Densimeter** oder **Dichtemesser**, sie geben unmittelbar die specifischen Gewichte an; wie der Fleischer'sche, Stelling'sche, E. G. Greiner'sche Densimeter.
3. **Specielle Aräometer**. Je ein Instrument dieser Gattung dient nur für eine bestimmte Flüssigkeit, die Graduirung bewegt sich in bestimmten Grenzen, sie geben entweder in Gewichts- oder Volumprocenten oder beides gleichzeitig den Gehalt einer in einer Flüssigkeit gelösten Substanz

Fig. 37.



Aräometer nach Brix.
Grad- und Spec. Gewichtsangabe.

Fig. 38.



Oleometer nach Lefebvre.

an, z. B. Alcoholometer, Sacharimeter, Laugenmesser etc., oder sind Volumeter, wie die Fischer'sche, E. G. Greiner'sche, Stoppani'sche Oelwage oder Densimeter, wie Lefebvre's Oleometer — Fig. 38 —, da vor den Zahlen unter 10 nur 0,90 von 10 an 0,9 zu ergänzen ist.

Die ältesten eingeführten Aräometer sind die Volumeter, welche also nur die Gradtheilung zeigen und von diesen haben die Beaumé'schen Aräometer eine sehr ausgedehnte, nahezu allgemeine Verwendung in Amerika und Russland, daneben finden sich in Deutschland die **Brix'sche Spindel**, bei den Steuerbehörden ausschliesslich in Anwendung, in Frankreich der **Gay-Lussac'sche Volumeter**, in England der **Twaddle'sche Aräometer** oder **Hydrometer**, jedoch ist dieses nur für Flüssigkeiten schwerer als Wasser in Anwendung.

Aräometervergleichungen.

Aräometer von:	Flüssigkeit schwerer als Wasser	Flüssigkeit leichter als Wasser
Beaumé bei 17,5° C.	$\frac{146,78}{146,78 - n} = S$	$\frac{146,78}{146,78 + n} = S$
Beaumé, rationell bei 15° C.	$\frac{144,3}{144,3 - n} = S$	$\frac{144,3}{144,3 + n} = S$
Brix, amtlich bei 15,625° C.	$\frac{400}{400 - n} = S$	$\frac{400}{400 + n} = S$
Gay-Lussac bei 4° C.	$\frac{100}{100 - n} = S$	$\frac{100}{100 + n} = S$
Twaddle bei 16,25° C.	$\frac{\frac{n}{2} + 100}{100} = S$	
Stoppani bei 15,625° C.	$\frac{160}{160 - n} = S$	$\frac{160}{160 + n} = S$
Balling bei 17,5° C.	$\frac{200}{200 - n} = S$	$\frac{200}{200 + n} = S$
Beck bei 12,5° C.	$\frac{170}{170 - n} = S$	$\frac{170}{170 + n} = S$
Cartier bei 12,5° C.	$\frac{136,8}{126,1 - n} = S$	$\frac{136,8}{126,1 + n} = S$

Die Grade der bekannteren Aräometer sind leicht nach vorstehenden Formeln in die specifischen Gewichte umzurechnen

und geben gleichzeitig das Verhältniss der verschiedenen Grade untereinander an, wenn S das specifische Gewicht und n die am Instrumente abgelesene Anzahl Grade (die Grädigkeit) bedeutet.

Eine ausführliche Tabelle der Beaumé'schen Aräometergrade verglichen mit den specifischen Gewichten befindet sich — Seite 87. —

Die Fundamentalpunkte bestimmte Beaumé (Prof. der Chemie in Paris, gest. 1804) für Flüssigkeiten schwerer als Wasser durch reines Wasser und eine Lösung von 15 Theilen trocknen Kochsalzes in 85 Theilen Wasser, theilte den Abstand in 15 gleiche Theile und trug noch 55 solcher Theile auf das untere Ende der Scala. Für Flüssigkeiten leichter als Wasser gaben die Fundamentalpunkte reines Wasser und eine Lösung von 1 Theil Kochsalz in 9 Theilen Wasser. Den Abstand zwischen beiden theilte Beaumé in 10 gleiche Theile, bezeichnete den untersten mit 0, den obersten dem specifischen Gewichte des Wassers entsprechend mit 10, und trug noch 40 solcher Theile auf das obere Ende der Scala. Daher kommt es, dass für Flüssigkeiten leichter als Wasser die Zählung der Beaumé'schen Grade erst mit 10 = 1,0000 = Wasser anfängt.

In Deutschland fangen jedoch immer mehr und mehr die Densimeter an, sich Bahn zu brechen, weil dazu keine Reductionstabellen nothwendig sind, wie z. B. bei der Beaumé-, Brix'schen Spindel etc. Die Densimeter enthalten entweder die ganze specifische Gewichtszahl angegeben, oder nur die Decimalstellen und ist beim Ablesen der Zahlen für schwerere Flüssigkeiten als Wasser nur eine 1 mit Komma, für leichtere Flüssigkeiten als Wasser nur eine 0 mit Komma zu ergänzen, so dass also im ersteren Falle die Zahl 22 am Densimeter = 22° D. ein specifisches Gewicht = 1,22, im letzteren Falle die Zahl 86 am Densimeter = 86° D. ein specifisches Gewicht = 0,86 anzeigt. Es ist durch diese Angabe der Einspruch gegen die Densimeter, dass sich ein weniger gewiegter Arbeiter, welcher viele aräometrische Bestimmungen machen muss, nicht mit den Decimalzahlen befreunden kann und sicherer sich in Graden ausdrückt, nicht mehr stichhaltig, der Gebrauch ist ebenso leicht

und jede Reductionstabelle, wie schon oben erwähnt, fällt weg. Es sind in Gebrauch für die Oelindustrie und von vorzüglicher Genauigkeit angefertigt:

1. **Fleischer'sche Densimeter**, angefertigt von J. C. Primavesi & Sohn, Magdeburg.
2. **Stelling'sche Densimeter**, angefertigt von Carl Stelling, Hamburg.
3. **E. G. Greiner'sche Densimeter**, angefertigt von E. G. Greiner, Berlin S. W., Friedrichstrasse 48, ist gleich der Construction der Aräometer, wie sie vom „Verein für Mineralöl-Industrie zu Halle a/S." festgesetzt worden ist.

Der Fleischer'sche Densimeter ist nur auf einer Spindel, von 0,600—1,000 oder von 0,750—1,000, jeder Densimetergrad in 1/4 getheilt; der Stelling'sche Densimeter, auch Stelling'sche Oelwage ist nur für schwerere Mineralöle und für Pflanzenöle etc. von 0,900—1,000 reichend, die Thermometerröhre geht durch Hohlkörper und Scalenröhre.

Der E. G. Greiner'sche Densimeter, entsprechend dem Vereinsaräometer, enthält 4 Spindeln von

0,600 $\underline{\text{I}}$ 0,700 $\underline{\text{II}}$ 0,800 $\underline{\text{III}}$ 0,900 $\underline{\text{IV}}$ 1,000

während letztere nur 3 Spindeln von700—1,000 umfassen. Im Hohlraum des Densimeter befindet sich ein Thermometer mit einer besonders markirten Normaltemperatur von 14° R. = 17,50° C., jede Temperaturschwankung + oder — der Normaltemperatur ist durch eine beistehende Scala zu ermitteln. Für die specifische Gewichtsbestimmung des Theeres liefert dieselbe Firma Spindeln von 0,800—1,000, abgestimmt für eine Normaltheertemperatur von 35° R. = 43,75° C., weil bei niederen Temperaturen der Theer zu dickflüssig ist — Seite 169 —.

Die Firma C. Stelling, Hamburg, liefert noch 3 kleine Spindeln von 0,890—1,000 in einem Etui mit besonderen Thermometer und Messcylinder; in derselben Weise auch die Firma E. G. Greiner, Berlin S. W., nur geht diese in der Ausstattung und Theilung noch weiter, indem sie sehr kleine und sehr genaue Spindeln fertigt von 5 zu 5 Graden und auch von 2,5 zu 2,5 Grad in 1/10 Theilung, dadurch ist das Ablesen bedeutend erleichtert

und die Genauigkeit durch den grösseren Zwischenraum noch vergrössert. Für letztere Aräometer reicht eine Flüssigkeit von 30 Gramm hin und sind dieselben bei Probelieferungen und in Laboratorien vorzüglich zu gebrauchen.

Mit Ausnahme der bereits oben erwähnten Stelling'schen Oelwage sind die in Gebrauch befindlichen Oelwagen Volumeter, so die **Fischer'sche** = der **E. G. Greiner'schen** und die **Stoppani-sche Oelwage**, letztere dient als Grundlage für die Oele in den Oelberichten der Firma Hudtwalcker & Co., Hamburg, und leitet sich von der auf — Seite 372 — angegebenen Formel ab. Gerlach hat das Princip der Fischer'schen Oelwage durch Gegenüberstellen der Grade mit den spec. Gewichten bei 12½° R. ermittelt und gefunden, dass die Grade mit den specifischen Gewichten der Brix'schen Aräometergrade übereinstimmen, welche auf der Formel $S = \frac{400}{400 + n}$ — Seite 372 — beruhen.

Durch ein im Hohlkörper angebrachtes Thermometer ist diesen Oelwagen zum bequemeren Gebrauch die Einrichtung gegeben, dass bei verschiedenen Quecksilberstande dasselbe Ergebniss ermittelt werden kann, als wenn es auf 0 = der Normaltemperatur 12½° R. oder 15,25° C. stände, wenn so viel Grade den Graden des Oeles auf der Spindel zugerechnet werden, als das Quecksilber Grade unter 0 steht, und so viel Grade auf der Spindel abgerechnet werden, als es Grade über 0 steht.

Da die Grade der Brix'schen Scala, vertheilt auf 3 bis 4 Spindeln, amtlich eingeführt sind, mit den Graden der genannten Oelwagen übereinstimmen, welche aber nicht diesen Umfang haben, so sollten hier, um Berechnungen zu ersparen, die Brix'schen Tafeln folgen, des Satzes wegen aber erst — Seite 378 und 379 — folgen können.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes aus der abgelesenen Grädigkeit geschieht nun mit Hülfe dieser Tabelle auf folgende Weise:

1. Ist beim Einsenken des Instrumentes eine ganze Zahl von Graden abgelesen, so braucht man die Zahl nur in der ersten Spalte aufzusuchen und man findet in der zweiten Spalte unmittelbar daneben das entsprechende specifische Gewicht, z. B. für 75° = 0,8421.

2. Besteht die abgelesene Grädigkeit aus einer ganzen Zahl in Verbindung mit einem Bruche, z. B. 75,4°, so kommen für letzteren die in der dritten Spalte angegebenen Differenzen für 0,1 Gramm in Anwendung und zwar sind dieselben negativ zu nehmen, wie aus folgender Beispielrechnung zu ersehen ist:

Für 75° ist das specifische Gewicht	= 0,8421;
davon subtrahirt für 0,4° die 4fache Differ. (=1,8)	= 7,2
	= 0,8414

Zähflüssigkeit — Viscositätbestimmung. Die Methode der specifischen Gewichtsbestimmung zur Beurtheilung eines Oeles genügt nicht, da, wie schon oben erwähnt, bei gleichem specifischen Gewichte die Zähflüssigkeit doch schwankend ist.

Die directe Untersuchung der Zähflüssigkeit oder des Schmiereffectes eines Oeles durch Reibungsversuche erfordert subtile und zeitraubende Arbeiten mit zum Theil sehr complicirten und kostspieligen Apparaten, während die dadurch festgestellten zweckmässigen Werthe, soweit sie zulässig, von überwiegend theoretischem Interesse sind. — Das Nähere über Schmiermittel wird in einem späteren Kapitel behandelt.

Für die Praxis ist es aber vor Allem von Wichtigkeit, schnell und sicher feststellen zu können, ob jede neue Oellieferung hinsichtlich ihrer Consistenz und Schmierfähigkeit den bisher für gleiche Zwecke benutzten und für dieselben als geeignet erprobten Oelen genügend nahe steht.

Da nun notorisch der Grad der Consistenz (Viscosität) in engster Beziehung zum Schmiereffect eines Oeles — namentlich eines Mineralöles — steht, so giebt das Verhältniss der Consistenz verschiedener Oele gleichen Ursprungs, d. h. im Allgemeinen gleicher chemischer Constitution unter sonst gleich bleibenden Umständen einen unmittelbaren Vergleichsmaassstab ihrer Verwendbarkeit zu einem bestimmten Zwecke. Apparate zu solchen Bestimmungen sind unzählige construirt, die ältesten sind von Schübler und Vogler, die sich aber auch durch mit Glashahn versehene Büretten ersetzen lassen.

Schübler stellte Versuche mit einer ganzen Reihe von Oelen an und benutzte dazu den Seite 380 — Fig. 39 — abgebildeten einfachen Apparat.

Specifische Gewichte nach Brix'schen Aräometergraden.

Normaltemperatur $12^1/_2{}^0$ R. = 15,25° C.

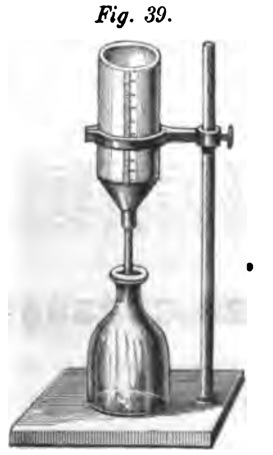
Aräo-meter-Grade	Specifische Gewichte	Differ. für 0,1 Grad	Aräo-meter-Grade	Specifische Gewichte	Differ. für 0,1 Grad	Aräo-meter-Grade	Specifische Gewichte	Differ. für 0,1 Grad	Aräo-meter-Grade	Specifische Gewichte	Differ. für 0,1 Grad
0	1,0000	negativ.	**50**	0,8889	negativ.	**100**	0,8000	negativ.	**150**	0,7273	negativ.
1	0,9975	2,5	**51**	0,8869	2,0	**101**	0,7984	1,6	**151**	0,7260	1,3
2	0,9950	„	**52**	0,8850	„	**102**	0,7968	„	**152**	0,7246	„
3	0,9926	„	**53**	0,8830	„	**103**	0,7952	„	**153**	0,7233	„
4	0,9901	„	**54**	0,8811	1,9	**104**	0,7937	„	**154**	0,7220	„
5	0,9877	2,4	**55**	0,8791	„	**105**	0,7921	„	**155**	0,7207	„
6	0,9852	„	**56**	0,8772	„	**106**	0,7905	„	**156**	0,7194	„
7	0,9828	„	**57**	0,8753	„	**107**	0,7890	„	**157**	0,7181	„
8	0,9804	„	**58**	0,8734	„	**108**	0,7874	1,5	**158**	0,7168	„
9	0,9780	„	**59**	0,8715	„	**109**	0,7859	„	**159**	0,7156	„
10	0,9756	„	**60**	0,8696	„	**110**	0,7843	„	**160**	0,7143	„
11	0,9732	„	**61**	0,8677	„	**111**	0,7828	„	**161**	0,7130	„
12	0,9709	„	**62**	0,8658	„	**112**	0,7813	„	**162**	0,7117	„
13	0,9685	„	**63**	0,8639	„	**113**	0,7797	„	**163**	0,7105	„
14	0,9662	2,3	**64**	0,8621	„	**114**	0,7782	„	**164**	0,7092	„
15	0,9639	„	**65**	0,8602	„	**115**	0,7767	„	**165**	0,7080	„
16	0,9615	„	**66**	0,8584	1,8	**116**	0,7752	„	**166**	0,7067	„
17	0,9592	„	**67**	0,8565	„	**117**	0,7737	„	**167**	0,7055	1,2
18	0,9569	„	**68**	0,8547	„	**118**	0,7722	„	**168**	0,7042	„
19	0,9547	„	**69**	0,8529	„	**119**	0,7707	„	**169**	0,7030	„
20	0,9524	„	**70**	0,8511	„	**120**	0,7692	„	**170**	0,7018	„

21	0,9501		71	0,8493		121	0,7678		171	0,7005	
22	0,9479	2,2	72	0,8475	„	122	0,7663	„	172	0,6993	„
23	0,9456	„	73	0,8457	„	123	0,7648	„	173	0,6981	„
24	0,9434	„	74	0,8439	„	124	0,7634	„	174	0,6969	„
25	0,9412	„	75	0,8421	„	125	0,7619	1,4	175	0,6957	„
26	0,9390	„	76	0,8403	„	126	0,7605	„	176	0,6944	„
27	0,9368	„	77	0,8386	„	127	0,7590	„	177	0,6932	„
28	0,9346	„	78	0,8368	1,7	128	0,7576	„	178	0,6920	„
29	0,9324	„	79	0,8351	„	129	0,7561	„	179	0,6908	„
30	0,9302	„	80	0,8333	„	130	0,7547	„	180	0,6897	„
31	0,9281	2,1	81	0,8316	„	131	0,7533	„	181	0,6885	„
32	0,9259	„	82	0,8299	„	132	0,7519	„	182	0,6873	„
33	0,9238	„	83	0,8282	„	133	0,7505	„	183	0,6861	„
34	0,9217	„	84	0,8264	„	134	0,7491	„	184	0,6849	„
35	0,9195	„	85	0,8247	„	135	0,7477	„	185	0,6838	„
36	0,9174	„	86	0,8230	„	136	0,7463	„	186	0,6826	„
37	0,9153	„	87	0,8214	„	137	0,7449	„	187	0,6814	„
38	0,9132	„	88	0,8197	„	138	0,7435	„	188	0,6803	„
39	0,9112	„	89	0,8180	„	139	0,7421	„	189	0,6791	„
40	0,9091	„	90	0,8163	„	140	0,7407	„	190	0,6780	„
41	0,9070	„	91	0,8147	1,6	141	0,7394	„	191	0,6768	1,1
42	0,9050	2,0	92	0,8130	„	142	0,7380	„	192	0,6757	„
43	0,9029	„	93	0,8114	„	143	0,7366	„	193	0,6745	„
44	0,9009	„	94	0,8097	„	144	0,7353	1,3	194	0,6734	„
45	0,8989	„	95	0,8081	„	145	0,7339	„	195	0,5723	„
46	0,8969	„	96	0,8065	„	146	0,7326	„	196	0,6711	„
47	0,8949	„	97	0,8048	„	147	0,7313	„	197	0,6700	„
48	0,8929	„	98	0,8032	„	148	0,7299	„	198	0,6689	„
49	0,8909	„	99	0,8016	„	149	0,7286	„	199	0,6678	„
50	0,8889	„	100	0,8000	„	150	0,7273	„	200	0,6667	„

Eine Glasröhre von 2 Centimeter Durchmesser ist nach unten verjüngt und läuft in eine Ausflussröhre von 1,6 Millimeter Durchmesser aus. Die Röhre, bis zur Verjüngung 10 Centimeter hoch, wird in ein Stativ gespannt.

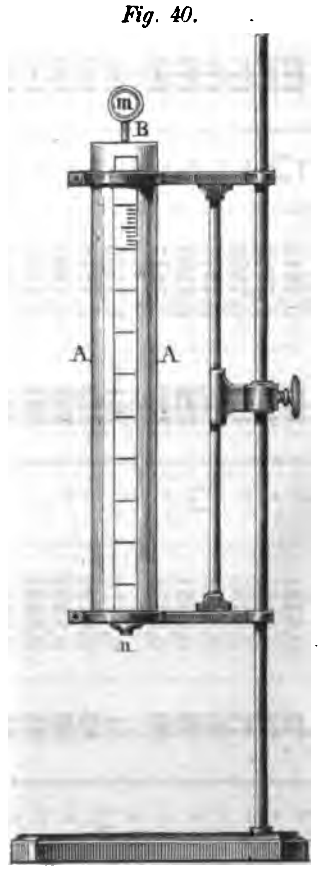
Der Apparat wird nun mit gleichen Quantitäten der einzelnen Oele gefüllt und nach einer Secundenuhr die Zeit notirt, welche nothwendig war zum Ausfliessen des Oeles. Zum Vergleich diente die Flüssigkeit des Wassers, welche vorher bestimmt wurde. Ferner ist der Einfluss der Temperatur auf die Flüssigkeit der Oele berücksichtigt und dieselbe bei 7,5° und 15° C. bestimmt worden.

Fig. 39.



Schübler's Zähflüssigkeitsmesser.

Fig. 40.



Vogel's Elaeo-Pachymeter.

Der Vogel'sche verbesserte Apparat — Fig. 40 —, genannt „**Elaeo-Pachymeter**", Oeldichtigkeitsmesser, ist in sofern umgeändert worden, dass nicht die Ausflusszeit einer bestimmten Menge Oeles, sondern die ausfliessende Menge des Oeles in

einer bestimmten Zeit beobachtet werden kann. Bei dieser Umänderung hat man den Vortheil, eine überaus billige Sanduhr, welche auf 30 Secunden eingestellt ist, benutzen zu können.

Der Apparat besteht nach Fig. 40 aus einem in Cubikcentimeter eingetheilten Glasrohre von 4 Centimeter Weite und 34 Centimeter Länge, welches unten conisch zuläuft. Die Ausflussöffnung ist 3,5 Millimeter weit und mit einem am untern Ende *n* in die Mündung eingeschliffenen Glasstabe *B* verschliessbar, so dass beim Aufheben des Glasstabes am Ringe m der Inhalt des graduirten Rohres sich entleert. Indem man durch Niedersenken des Glasstabes die untere Oeffnung schliesst, kann das Ausfliessen augenblicklich und vollkommen geschlossen werden. Das Zeitmaass wird, wie schon erwähnt, durch eine kleine Sanduhr, welche genau eine halbe Minute läuft, angegeben.

Die von Colemann — Polyt. Centr.-Bl. 1873 — angegebene Methode, die Fliessbarkeit (Dichtigkeit) der Oele zu bestimmen, bietet keinen Vortheil; sie beruht darauf, dass der zum Ausfliessen benutzte, mit Thermometer und Oel versehene Cylinder, noch von einem zweiten Glascylinder umgeben ist, in welchem durch ein- und ausströmenden Wasserdampf das Oel erwärmt und die Temperatur berücksichtigt wird. Die Temperatur ist nicht gleichmässig und stimmt im Cylinder nicht mit der bereits abgekühlten an der Ausflussöffnung überein.

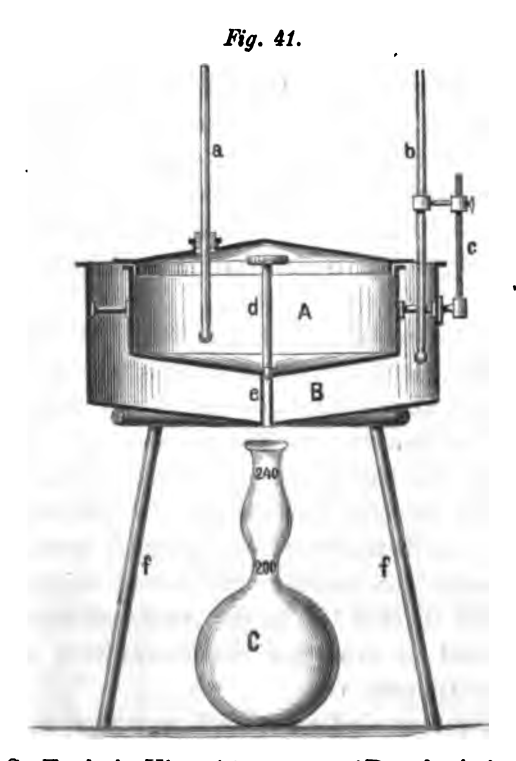
Ferner sind zu erwähnen der Mason'sche und der Lamanski'sche Apparat.

In neuerer Zeit sind namentlich in Aufnahme gekommen der **Ferd. Fischer'sche Viscosimeter**, der **Engler'sche Viscositätsmesser**, und der **Lepenau'sche Leptometer**. Der erstere von Dr. Ferdinand Fischer in Hannover unterscheidet sich von dem Prof. Dr. C. Engler'schen Viscositätsmesser — Alleinverfertiger C. Desaga, Heidelberg — im Ganzen nur durch die Form und Höhe, der letztere hat eine flachere Form und ist in — Fig. 41 — abgebildet.

Der Apparat besteht aus zwei flachen Metallschalen, *A* Oelbehälter und *B* Wasserbad, erstere innere ist mit einem Deckel verschlossen, welcher gleichzeitig den Thermometer für die Oel-

messung enthält. Der Thermometer für das Wasserbad ist an einer Klemme mit Halter *c*, welcher an dem äusseren Metallmantel angebracht ist. Das innere Gefäss *A* ist in dem äusseren durch 3 seitliche Stege befestigt und dient als Stützpunkt noch für dieses das Ausflussrohr *e*, welches durch einen conisch zugespitzten Holzstift (Ventilstift) verschlossen werden kann.

Fig. 41.



C. Engler's Viscositätsmesser (Durchschnitt).

A Oelbehälter. *B* Wasserbad. *C* Kolben. *a, b* Thermometer. *c* Halter zum Thermometer. *d* Ventilstift. *e* Ausflussröhre. *f* Dreifuss.

Vier Niveaumarken im inneren Behälter *A* sind in gleicher Höhe vom Boden des Behälters angebracht, um einestheils zum Abmessen der Oelprobe, anderntheils zur Beurtheilung richtiger wagerechter Aufstellung des Apparates zu dienen. Bis zu den Niveaumarken (4 kleine spitze Metallstifte) muss der Oelbehälter *A* genau 240 Cubikcentimeter enthalten. Ein Dreifuss dient

als Träger des Apparates, unter welchen beim Gebrauche ein Messkolben mit zwei Marken am Halse zu 200 und 240 Cubikcentimeter, genau unter die Mitte des Ausflussrohres *e*, gestellt wird.

Um den Apparat auf seine Richtigkeit zu prüfen — Aichung des Apparates — wird die Zeit in Secunden bestimmt, welche 200 Cubikcentimeter Wasser von 20° C. = 16° R. gebrauchen, um aus der bis zu den Niveaumarken angefüllten Kapsel des Apparates auszufliessen. Zu dem Behufe wird die Kapsel zuerst mit etwas Aether, dann mit Weingeist und zuletzt mit Wasser ausgespült, dabei die Ausflussröhre mittelst einer Feder und eines kleinen Papierpfropfens gereinigt und der Ventilstift eingesetzt. Darauf werden in dem Messkölbchen genau 240 Cubikcentimeter Wasser abgemessen und in die Kapsel gegossen, welche dadurch genau bis zu den Niveauspitzen angefüllt sein muss, das Wasser muss genau eine Temperatur von 20° C. haben und lässt sich durch Erwärmen mit einer Lampe dahin bringen, wärmeres Wasser muss vor dem Eingiessen gekühlt werden. Der Messkolben, welcher nicht getrocknet werden darf, sondern nur durch circa eine Minute langes Auslaufenlassen von der Hauptmasse des innen anhängenden Wassers zu befreien ist, wird unter die Ausflussöffnung gestellt, der Ventilstift herausgezogen und mit einer Secundenuhr, besser mittelst eines Chronoscopes genau die Zeit in Secunden beobachtet, welche vergeht, bis sich der Messkolben bis zur untern Marke = 200 Cubikcentimeter gefüllt hat. Vor Ablaufenlassen der Flüssigkeit, also vor Oeffnen des Ventilstiftes ist darauf zu achten, dass sich die Flüssigkeit in vollkommener Ruhe befindet, insbesondere darf sie in Folge vorherigen Rührens mittelst des Thermometers nicht mehr rotiren. Ist der Apparat richtig construirt, so beträgt die Auslaufzeit zwischen 50—55 Secunden. Die genaue Zahl ist jedoch als Mittel aus mindestens 3 Bestimmungen, die nicht mehr als ½ Secunde von einander abweichen, zu ermitteln und diese ist dann = 1 zu setzen. Ganz genaue Bestimmungen müssen in einem der Temperatur von 20° C. nahekommenden Raume ausgeführt werden.

Bei der Prüfung der Oele selbst ist auf das Sorgfältigste darauf zu achten, dass alle Feuchtigkeit aus dem Apparat entfernt ist, was durch Austrocknen und aufeinanderfolgendes Ausspülen mit Alcohol, Aether und Petroleum geschieht; endlich wird der Apparat nochmals mit dem zu prüfenden Oele ausgespült, zuletzt bis zu den Niveaumarken mit dem Oele gefüllt und das Oel unter Umrühren mindestens 3 Minuten auf 20° C. gehalten und endlich in genau derselben Weise, wie oben für Wasser beschrieben, die Ausflusszeit in Secunden bei 20° C. bestimmt. Die hierbei erhaltene Zahl, beispielsweise 130 Secunden, dividirt durch Ausflusszeit des Wassers, beispielsweise 52 Secunden, giebt den sogenannten Viscositätsgrad:

$$\frac{130}{52} = 2{,}50.$$

Oele, welche suspendirte Theile enthalten, müssen vor ihrer Prüfung durch ein trocknes Papierfilter filtrirt werden, denn ebenso wie bei der Bestimmung der Ausflusszeit des Wassers jede Spur von Oel oder Fett, ist bei der Prüfung der Oele die Anwesenheit von Wasser im Apparate zu vermeiden. Handelt es sich darum, die Zähflüssigkeit der Oele bei höherer Temperatur von 100—150° C. zu bestimmen, so wird in den äusseren Mantel an Stelle des Wassers erwärmtes schweres Mineralöl gebracht.

C. Engler bezeichnet die Zähflüssigkeit der Oele im Vergleich zum Wasser, den Viscositätsgrad, auch die specifische Zähigkeit, die specifische Viscosität immer bezogen, wie bei der Bestimmung des specifischen Gewichtes, auf eine bestimmte Temperatur, hier also auf 20° C. Wenn auch das Wasser = 1 als Grundlage für die specifischen Gewichte etc. dient, so scheint es doch nicht glücklich gewählt zu sein, bei so vollkommen verschiedenen Adhäsions-, Cohäsions- und Capillareigenschaften, wie der Oele und des Wassers, das letztere als Ausgangspunkt zu wählen, obgleich ja auch schon Schübler den Flüssigkeitsgrad der Oele auf Wasser bezog. Einen Vortheil haben die Fischer'schen und Engler'schen Apparate, dass die Flüssigkeit nicht in dem Auslaufbehälter bestimmt wird, sondern in einem unter die Ausflussöffnung gestellten Messgefässe, in dem dann das Volumen der ausgelaufenen

Flüssigkeit bestimmt wird; es lässt sich diese Manipulation ja aber leicht bei jedem anderen Apparate ausführen.

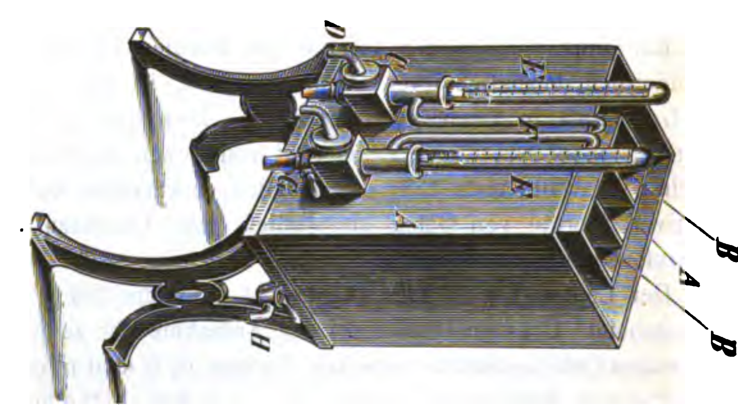
Ein ganz vorzüglicher Apparat zur leichten Prüfung von Schmierölen, bezüglich ihrer Schmierfähigkeit, ist der von Dr. W. Lepenau in Salzbergen construirte „Leptometer", in ausgezeichneter Ausstattung angefertigt von Berthold Pensky, Berlin SW., Wilhelmstr. 122; er ermöglicht in kürzester Zeit die relativen Werthe von Oelen hinsichtlich ihrer Consistenz mit absoluter Sicherheit festzustellen.

Der Leptometer — Fig. 42, 43, 44 auf Seite 386 — hat nachstehende Construction: Zwei zur Aufnahme der zu untersuchenden Oele bestimmte viereckige Gefässe *B, B* sind in einem gemeinsamen Behälter *A* montirt. Von den drei Abtheilungen ist *A* — Fig. 42 — oben und unten offen, die beiden seitlichen *B* durch geneigte Böden geschlossen und führen seitliche Röhren durch die Vorderwand des Behälters *A* zu den Hahnkörpern *C, C.* Von den in diesen Körpern befindlichen Dreiweghähnen aus führt nach vornhin ein konisch sich erweiternder Kanal, welcher zur Aufnahme der in entsprechende Konen eingesetzten Ausflussröhrchen *D, D* dient. Die Hahnkörper bilden in ihrem oberen Theile cylindrische Gefässe, welche zum Einsetzen der Kugeln von den Thermometern *E, E* eingerichtet sind und zugleich behufs Entfernung störender Luftblasen mit den nebeneinander angeordneten Steigröhren *F* in Verbindung stehen. Von den Hahnkörpern abwärts führen Kanäle durch den Dreiweghahn *G* zum Ablassen des Inhaltes der Gefässe *B, B.*

Die Bohrungen des Dreiweghahnes *G* gestatten sowohl die Communication: 1. zwischen den Gefässen *B*, den Abflussröhrchen *D* und der Steigröhrchen *F;* 2. zwischen den Gefässen *B*, den Steigröhrchen *F* und den Ablasskanälen *G* herzustellen, als auch 3. die Gefässe *B* bei Unterbrechung des Versuches ganz abzusperren.

Die Röhrchen *D* sind für dünnflüssigere und dickere Oele resp. für verschiedene Temperaturen in 3 verschiedenen Ausflussstärken justirt und sind jedem Apparate 3 Paare beigegeben, so dass sie auch zwischen verschiedenen Apparaten ausgetauscht werden können.

Fig. 42.



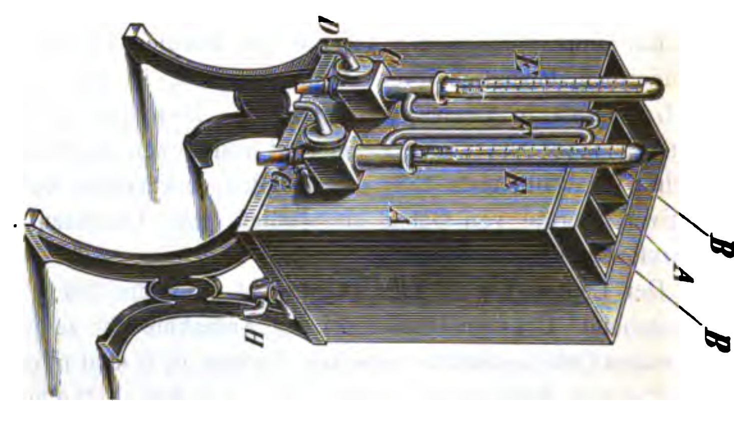
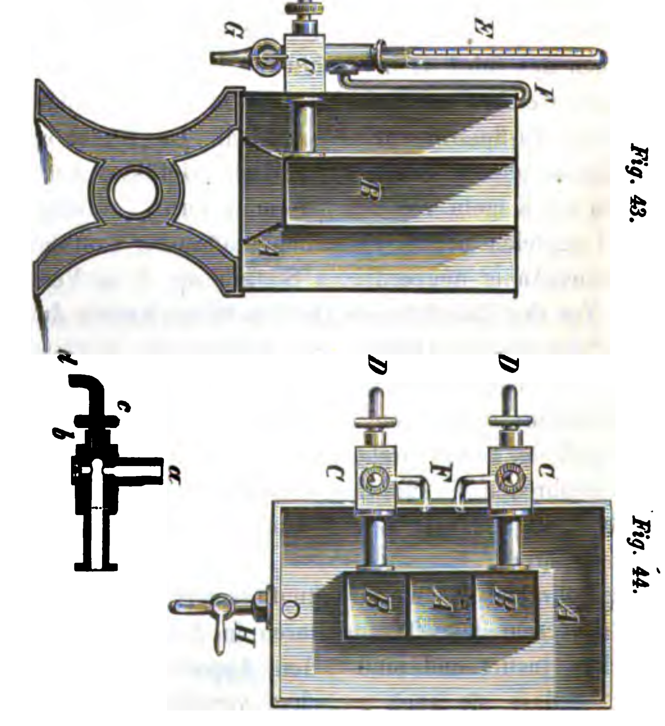




Fig. 43.

Fig. 44.



Lepenau's Leptometer.

A Wasserbehälter. *B* Oelbehälter. *C* Hähne. *D* Ausflussröhrchen. *E* Thermometer. *F* Steigröhrchen. *G*. Dreiweghahn. *H*. Wasserablasshahn. *a* Thermometerrohr. *b* Stutzen. *c* Eindrehgriff. *d* Ausflussöffnung.

Dadurch ist einerseits eine Verständigung unter allen Besitzern von Leptometern, andererseits die Nachlieferung von genau stimmenden Röhrchen im Falle der Beschädigung oder Verlustes ohne Rücksendung des Apparates ermöglicht.

Zum Gebrauch des Apparates wird der Behälter *A* mit Wasser gefüllt und kann dieses mit Hülfe der beigegebenen Spirituslampe auf verschiedene Temperaturen gebracht oder zur Bestimmung der Viscosität bei niederer Temperatur mit einer Kältemischung gefüllt werden; darauf wird das eine Gefäss *B* mit einem als Normal angenommenen Oele, z. B. Rüböl und das zweite Gefäss *B* mit dem zu vergleichenden Oele gefüllt; da das erwärmte resp. abgekühlte Wasser beide Gefässe gleichmässig umspült, so wird auch die Temperatur der Oele gleich sein und wird die des ausfliessenden Oeles mit Hülfe der in die Hahnkörper hineinragenden Thermometer bestimmt.

Zum Vergleiche lässt man aus beiden Röhrchen *D* gleichzeitig das Oel während gleicher Zeit auslaufen und die gesuchten relativen Werthe ergeben sich dann ohne Weiteres durch Wägen oder Abmessen der ausgeflossenen Mengen und ist letzteres ja leicht durch einen Messcylinder zu erreichen.

Dieser Apparat ist sehr leicht zu handhaben, giebt stets sehr genaue Resultate und ein Bild von der Verschiedenheit der Oele.

Auf weitere Apparate näher einzugehen, verbietet der Raum.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes der Paraffine, Ceresine, Ozokerite geschieht am einfachsten, dass die Körper, welche unter der Temperatur des Wassers schmelzen, in einer Porcellanschale mit Ausguss auf einem Wasserbade geschmolzen werden; nach hinreichender Abkühlung bis fast zum Erstarren wird die geschmolzene Masse tropfenweise in recht kalten 60—70 % Weingeist gegossen, dass dieselbe granulirt wird und die Tropfen untersinken; bei einiger Uebung ist die Granulation sogar soweit zu bringen, dass die Körner gleich gross werden. In kaltem Weingeist sind diese Körper unlöslich, in kaltem Alcohol kaum löslich. Um nun die Schwimmprobe vorzunehmen, nach Art der Prüfung des Stärkemehlge-

haltes in den Kartoffeln von F. Schulze, werden die Paraffin- etc. Körnchen in ein 150—200 Gramm fassendes Becherglas gebracht, in welchem sich 90% Weingeist befindet und von einem stark verdünnten Weingeist und wenn nothwendig von einem stark mit Wasser verdünnten Glycerin vorsichtig soviel zugesetzt, dass die Körnchen bei vollkommener Mischung der Flüssigkeiten und eingetretener Ruhe in der Mitte schwimmen.

Es darf nicht Wasser zu Weingeist, sondern stark verdünnter Weingeist, ebenso stark verdünntes Glycerin zugesetzt werden, weil sich sonst, wie bekannt, Luftblasen bilden, welche störend wirken. Ist die Manipulation gelungen, so wird die Flüssigkeit durch einen Trichter, welcher entfettete Baumwolle (Charpiebaumwolle) enthält, gegossen und die Temperatur und das specifische Gewicht bestimmt; das specifische Gewicht der Flüssigkeit entspricht genau dem des Paraffin etc.

Es sei noch erwähnt, dass sich auf genau dieselbe Weise das specifische Gewicht von Talg, Schweinefett, Butter bestimmen lässt, obwohl für letztere nach dem Vorgange von Estcourt und König es sich einführt, das specifische Gewicht bei 100° C. zu bestimmen.

---

2. Gefrierpunkt, Schmelzpunkt, Erstarrungspunkt.

Niederen Temperaturen ausgesetzt, verdicken die meisten schweren Mineralöle, einige werden selbst fest und scheiden Krystalle ab, es hängt dies mit einem gewissen Paraffingehalte zusammen und wird dies als der Gefrierpunkt der Oele angegeben; das Gefrieren der Oele ist mit einer Volumänderung verbunden. Dieses Gefrieren bei niederer Temperatur wird allgemein als Erstarren — Erstarrungspunkt — angegeben und nicht unterschieden von dem Erstarren, also von dem Wiederfestwerden geschmolzener, bei gewöhnlicher Temperatur fester Körper, wie der Paraffine. Wenn auch beides, Gefrierpunkt und Erstarrungspunkt, dem Sinne nach dasselbe bedeutet, da es sich um eine Herabminderung der Temperatur handelt, so ist doch aber wohl angezeigt, einen Unterschied zu machen und zwar den Festwerdepunkt, niedriger als die gewöhnliche Tem-

peratur, Gefrierpunkt oder Verdickungspunkt zu nennen, und den Namen Erstarrungspunkt für das Wiederfestwerden geschmolzener, bei gewöhnlicher Temperatur fester Fette, wie Paraffine, zu lassen, zumal es sich auch lediglich nach den Vorschriften des „Vereins für Mineralöl-Industrie“ bei der sogenannten Schmelzpunktbestimmung um eine Erstarrungspunktbestimmung handelt, und zwar noch den Unterschied zu machen, dass der Festwerdepunkt schwerer Mineralöle ohne Paraffinabscheidung als Verdickungspunkt, mit Paraffinabscheidung Gefrierpunkt bezeichnet wird, denn Gefrieren und Erstarren setzen eine körnige, krystallinische Abscheidung voraus.

Den Verdickungs- resp. Gefrierpunkt der Mineralöle, auch der Pflanzen und Thieröle zu bestimmen, ist sehr einfach, ein dünnwandiges Reagensglas wird 5—6 Centimeter hoch mit dem betreffenden Oele gefüllt, ein Thermometer eingelassen, der an der Oeffnung des Reagensglases durch etwas Baumwolle vor dem Gegenschlagen geschützt ist; der untere Theil des Reagensglases wird, soweit das längliche Quecksilbergefäss des Thermometers reicht, mit Baumwolle umwickelt und mit Aether, Schwefelkohlenstoff etc. befeuchtet, beim Verdunsten derselben wird Kälte erzeugt und es lässt sich der Verdickungspunkt oder die verschiedenen Stadien des Dickwerdens am Thermometer leicht ablesen; sollte die Temperatur nicht hinreichen, so wird das Reagensglas mit Thermometer in Kältemischung von Eis und Kochsalz, oder in Ermangelung von Eis in eine Mischung von 1 Th. Kalisalpeter, 1 Th. Salmiac und 1 Th. Wasser gebracht; je nach der Temperatur des Wassers sinkt das Quecksilber-Thermometer auf 20—24° C.

Um den Erstarrungspunkt zu ermitteln, muss erst der Schmelzpunkt festgestellt werden, jedoch im Mineralöl-Destillationsbetrieb handelt es sich um eine Erstarrungspunktfestsetzung, d. h. um den Punkt zu ermitteln, bei welchem die Destillation des Paraffins ihren Anfang nimmt, denn sobald dieser Punkt eintritt, wird das Destillat besonders aufgefangen — Seite 170; zu dieser Ermittelung genügt das Tropfen des übergehenden Destillates auf eine stark gekühlte Glas-, Porcellan- oder Metallplatte.

Schmelzpunkt. Die zur Bestimmung des Schmelzpunktes der Fette, Paraffine, Ceresine, Vaseline etc. vorgeschlagenen Methoden unterscheiden sich im Wesentlichen darin, dass entweder das Flüssigwerden oder das Durchsichtigwerden dieser Körper als Schmelzpunkt angenommen wird.

Im ersteren Falle werden 3 Millimeter im innern Durchmesser weite, 3 Centimeter lange Röhrchen, welche recht dünnwandig, völlig cylindrisch ausgezogen und auf der Innenseite ganz glatt sein müssen, durch Aufsaugen mit dem geschmolzenen Fette etc. gefüllt. Diese Röhrchen werden wie bei allen folgenden Bestimmungen bis zum vollständigen Erstarren ½—2 Tage, je nach der Jahreszeit, bei Seite oder längere Zeit auf Eis gelegt.

Diese Vorsicht ist nicht zu unterlassen, denn namentlich weiche Fette nehmen nach dem Schmelzen nur sehr langsam wieder ihre natürliche Festigkeit an.

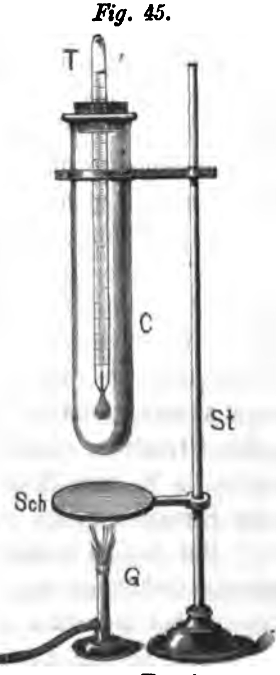
So vorbereitete Röhrchen werden nun in ein mit kaltem Wasser gefülltes Becherglas, in welchem ausserdem ein genauer Thermometer sich befindet, gebracht und das Wasser sehr langsam erhitzt. Man liest dann in dem Augenblicke den Stand des Thermometers ab, in welchem das Wasser das geschmolzene Fett aus der Röhre in die Höhe treibt. Da die Erscheinung des Austretens des Fettes aus den Röhrchen sehr plötzlich eintritt, so ist es nothwendig, die Versuche zu wiederholen und das Mittel als Schmelzpunkt zu nehmen.

Im letzteren Falle werden gleiche Glasröhrchen wie oben benutzt, nur dass dieselben an einer Seite zugeschmolzen sind. Das erstarrte Fett ist in der Kälte undurchsichtig, wird aber durchsichtig, sobald die Temperatur des umgebenden Wassers den Schmelzpunkt erreicht. Die Operation ist dieselbe, die Röhrchen werden in ein mit kaltem Wasser gefülltes Becherglas gebracht, das Wasser sehr langsam erhitzt und das Durchsichtigwerden, sowie zugleich der Thermometerstand beobachtet.

Nach Pohl wird die Thermometerkugel direct mit Fett, Paraffin, Ceresin etc. überzogen. Man taucht die Thermometerkugel in halbflüssiges Fett etc. nur kurze Zeit ein, damit sich das Quecksilber nicht selbst erwärmt und das Fett wieder abfliesst. Nach Wiederholung des Verfahrens, bis eine 1½ bis

2 Millimeter dicke Schicht Fett etc. auf der Kugel sitzt und das Fett aus obigen Gründen innerhalb jener Frist vollkommen erstarrt ist, kann nun entweder das Thermometer in einem Gefäss mit Wasser ganz langsam bis zur Durchsichtigkeit oder dem Abschmelzen erwärmt werden, oder das Thermometer mit dem Fettüberzuge wird in eine weite, unten zugeschmolzene Glasröhre bis nahe an den Boden gebracht und mittelst eines Korkes, in den seitwärts eine Luftrinne geschnitten ist, wie in — Fig. 45 —, oben festgehalten. Die Glasröhre *C* inclusive Thermometer *T* ist an einem Stative *St* befestigt, an dem Stative befindet sich unter der Röhre etwa 2—3 Centimeter entfernt ein Schutzblech *Sch*, damit bei der darauf folgenden Erwärmung mittelst einer Gaslampe oder Spirituslampe die Wärme nicht direct strahlt. Es lässt sich auf diese Weise die Temperatur während des Durchsichtigseins und des Abschmelzens feststellen.

Fig. 45.



Apparat z. Bestimmung des Schmelzpunktes.

T Thermometer. *C* Glasröhre. *Sch* Schutzblech. *St* Stativ.

Der Unterschied zwischen der Erscheinung des Durchsichtigseins und des Abschmelzens beträgt je nach der Fettart bis 1 ½° C., eine gleiche Differenz zeigt sich bei den Beobachtungen nach den ersten beiden Methoden.

Eine Methode, welche vielfach in Ceresinfabriken benutzt wird, ist die von Kletzinsky. Ein Glasstab wird in einen scharfen Winkel gebogen, dass dieser in ein Becherglas bis zur Mitte eingehängt werden kann. In den scharfen Winkel wird ein Stück Ceresin angeschmolzen, das Becherglas so weit als nothwendig mit Wasser gefüllt und das Wasser erwärmt. Vorher ist aber ein an einem Stativ befestigter Thermometer gleichfalls in das Wasser und direct bis in den Winkel, wo sich das Ceresin

befindet, eingelassen. Sobald das Wasser soweit erwärmt ist, dass das Ceresin abschmilzt, wird die Temperatur abgelesen und diese giebt den Schmelzpunkt des Ceresin an.

Erstarrungspunkt. Wichtiger als die Bestimmung des Schmelzpunktes ist die des Erstarrungspunktes; denn gerade beim Uebertreten aus dem flüssigen in den festen Zustand zeigen die Fette, Paraffine etc. ein ganz eigenthümliches Verhalten.

Es darf als eine ganz allgemein gültige Regel angenommen werden, dass der Schmelzpunkt einer Substanz mit ihrem Erstarrungspunkte übereinstimme; bei den Fetten, Paraffinen etc. ist dies aber nicht der Fall.

Alle eigentlichen Fette, die sog. Glyceride und Paraffine etc. zeigen, das bemerkenswerthe, weil abnorme Verhalten, dass sie nach dem Schmelzen unter gewöhnlichen Umständen, bei einer Temperatur erstarren, welche mehr oder weniger weit unter dem Schmelzpunkte liegt; und diese Eigenschaft trennt sie scharf von anderen fettähnlichen Substanzen, welche keine Paraffine oder Glyceride, sondern andere Aetherarten sind, den Wachsarten, z. B. dem Bienenwachs und dem Walrat, bei welchen das Erstarren gleich unterhalb der Schmelztemperatur eintritt.

Bei diesem Erstarren der Fette tritt dann immer eine Temperatur-Erhöhung ein, eine Beobachtung, welche schon Chevreul bei mehreren derselben machte.

Eine fernere Eigenthümlichkeit ist, dass wenn Fette etc. nach dem Erstarren wieder geschmolzen werden, dieselben nicht bei derselben Temperatur wie vorher erstarren, ebenso, dass sie überkaltet, selbst mehrere Grade unter ihrem eigentlichen und wahren Erstarrungspunkte vollkommen flüssig bleiben, dann aber ganz plötzlich unter Freiwerden von Wärme erstarren. Eine ähnliche Erscheinung des Uebererkaltens zeigt das Wasser, es kann bei Frost und vollkommener Ruhe mehrere Grad unter 0 erkalten, ohne zu gefrieren.

Wird Fett etc. über seinen Schmelzpunkt erhitzt, sogenannt überschmolzen, dann erkalten gelassen, so liegt der Erstarrungspunkt nahe dem Schmelzpunkte. In diesem Falle zeigt sich dabei häufig keine Temperaturerhöhung.

Alle diese Umstände machen die Beobachtungen über Erstarrungspunkte ausserordentlich unsicher und ist die hauptsächlichste Veranlassung, dass hier die Zahlenangaben differiren.

Zur Feststellung des Erstarrungspunktes können die beim Schmelzpunkte auf der einen Seite zugeschmolzenen Glasröhrchen benutzt werden, indem man die Schmelzpunktbestimmung mit der Erstarrungspunktbestimmung vereinigt, d. h. das Wasser wieder erkalten lässt und beim Undurchsichtigwerden der Substanz den Erstarrungspunkt notirt.

Die vom „Verein für Mineralöl-Industrie“ vorgeschriebene Methode für Paraffine wird fälschlich „Schmelzpunktbestimmung“ genannt, ist aber eine Erstarrungspunktbestimmung, jedoch lassen sich auch hier beide Methoden vereinen.

Die Vorschrift des Vereins lautet wörtlich:

„Ein kleines, mit Wasser gefülltes Becherglas von ungefähr 7 cm. Höhe und 4 cm. Durchmesser wird bis ungefähr 70 ° C. erwärmt und auf das erwärmte Wasser ein kleines Stückchen des zu untersuchenden Paraffins geworfen, so gross, dass es nach dem Zusammenschmelzen ein rundes Auge von etwa 6 mm. Durchmesser bildet. Sobald dies flüssig, wird in das Wasser ein Celsius'sches Thermometer von der durch den Verein für Mineralöl-Industrie festgestellten Einrichtung (Temperaturgrade von — 20 bis 100 ° C., zu haben bei E. G. Greiner, Berlin, S.W. Friedrichstrasse 48, diese Firma liefert auch Thermometer von + 30—100° in 1/10 Theilung) so tief eingetaucht, dass das längliche Quecksilbergefäss des Thermometers ganz vom Wasser bedeckt wird. In dem Augenblicke, wo sich auf dem Paraffinauge ein Häutchen bildet, wird der Schmelz- resp. Erstarrungspunkt an der Scala des Thermometers abgelesen. Während dieser Operation muss das Becherglas durch eine Umgebung von Glastafeln sorgfältig vor Zugluft geschützt werden, auch darf der Hauch des Mundes beim Beobachten der Scala das Paraffinauge nicht treffen“.

Wird nach dieser Methode nicht sehr vorsichtig und gleichmässig gearbeitet, am besten auch immer bei gleicher Laboratoriumtemperatur und vollkommen geschützt vor Zugluft, so

werden stets verschiedene Resultate erhalten; auch ist es von Wichtigkeit, das Becherglas nicht über die Hälfte mit Wasser zu füllen, da bei einer grösseren Menge mehr Luftkühlung stattfindet und dadurch der Schmelzpunkt höher ausfällt. Bei gemischten Paraffinen, also weichen und harten und niedrig und hoch schmelzenden sind Täuschungen sehr leicht möglich; es darf auch das Wasser eine kaum merklich höhere Temperatur als das geschmolzene Paraffin haben, weil es sich sonst zu sehr auf der Oberfläche ausbreitet, der Erstarrungspunkt dadurch niedriger ausfällt, während bei gleicher Temperatur das Paraffin oben gewölbt bleibt und der Erstarrungspunkt ein höherer ist.

Ferner ist zu berücksichtigen, dass die Paraffinkuchen und -brote des Handels je nach der Stärke am Rande und in der Mitte verschiedene Schmelzpunkte zeigen; da die Kuchen etc. von aussen nach innen erstarren, sind die Unterschiede namentlich bei gemischten Paraffinen ganz bedeutend.

Auf der Erstarrungspunktbestimmung beruht auch die sogenannte englische Schmelzpunktbestimmung, sie ist in England ausschliesslich und in Deutschland vielfältig in Gebrauch, weil sie von weniger Umständlichkeiten und Zufällen begleitet ist. In ein ca. 150 Gramm fassendes Glaskölbchen wird soviel Paraffin gebracht, dass, wenn vorsichtig geschmolzen, das längliche Quecksilbergefäss eines Thermometers vollständig eingetaucht werden kann. Das Thermometer wird mittelst eines durchbohrten Korkes, an welchen am äusseren Rande eine Luftrinne geschnitten ist, im Kölbchenhals so befestigt, dass dasselbe herauf und herunter zu stellen ist. Ist das Paraffin sehr vorsichtig geschmolzen — nicht überhitzt —, so wird das Thermometergefäss ganz eingetaucht, bis es vollständig durchwärmt ist, darauf wird das Thermometer soweit in die Höhe gezogen, dass das Gefäss sich im freien Raume des Kölbchens befindet, und dieses so gegen das Licht gestellt, dass eine Spiegelung der Paraffinoberfläche auf dem Quecksilbergefäss bewirkt wird. Das Paraffin hat geschmolzen eine blanke, klare Oberfläche, wie Weingeist, Wasser, Oel etc. und spiegelt sich ebenso, beginnt aber das Paraffin abzukühlen und zu erstarren, so wird die Oberfläche blind, dieses zeigt sich auch am Quecksilberge-

fäss und in diesem Augenblicke wird die Temperatur abgelesen. Da beim Herausziehen des Thermometers aus dem geschmolzenen Paraffin stets ein Tropfen am Gefäss hängen bleibt, der jedesmal zuerst erstarrt, so ist dieses ein genaues Zeichen für das Eintreten des Erblindens und lässt sich dies dann noch schärfer beobachten.

Wie falsch es ist, den Schmelzpunkt und Erstarrungspunkt zu identificiren, d. h. unter einen Begriff zu bringen, wie es leider im Handel der Fall ist, geht aus nachstehender kleinen Tabelle hervor. Es sei hier gleichzeitig mit bemerkt, dass unter dem Schmelzpunkt resp. Erstarrungspunkt des Paraffin, Stearin, Talg etc. auch die Grädigkeit verstanden wird, d. h. wenn ein Paraffin einen Erstarrungspunkt von 70° C., ein Talg einen Schmelzpunkt von 46° hat, so ist das Paraffin 70 grädig, das Talg 46 grädig.

Tabelle über die Verschiedenheit von Schmelzpunkt und Erstarrungspunkt.

Namen und Substanzen		Schmelzpunkt bei ° C.	Erstarrungspunkt bei ° C.
Paraffine von der Firma Gehe & Co. Dresden.	1.	52,5° C.	51,2° C.
	2.	74,3° „	71,2° „
	3.	64,0° „	62,8° „
Ceresin, gelb		78,2° „	76,6° „
Ceresin, weiss		74,0° „	71,5° „
Ceresin, blassgelb		70,6° „	69,2° „
Hammeltalg, frischer		46,0° „	36,0° „
Hammeltalg, alter		49,5° „	39,8° „
Rindstalg, frisches		43,0° „	33,0° „
Rindstalg, altes		42,5° „	34,0° „
Palmöl, frisches, weiches		30,0° „	21,0° „
Palmöl, altes		41,0° „	37,0° „
Cocosöl		24,5° „	20,0° „
Galambutter		29,0° „	22,0° „

3. Geruch, Geschmack, Farbe.

Der **Geruch** der Rohöle ist ein ganz eigenartiger, bald bituminöser, bald theerartiger, bald zwieblich und stinkend, letz-

terer Geruch rührt von Schwefel- und Phosphorverbindungen her — Seite 87 — und finden sich über dieses Thema genügende Angaben bei der Zusammensetzung der Rohöle — Seite 100—130. Die ätherischen Mineralöle haben alle einen aromatischen nicht unangenehmen Geruch, und die gereinigten schweren Mineralöle sowie die Paraffine sind je nach der vorgeschrittenen Reinigung fast geruchlos oder ganz geruchlos.

Geschmack. Im gewöhnlichen Leben sagt man: „es schmeckt wie es riecht", dies ist auch hier bei den Mineralölen anzuwenden. Mit Ausnahme von Petroleumäther, Benzin etc., welche direct ein brennendes Gefühl erzeugen, haben die hochsiedenden Oele wegen ihrer Unlöslichkeit anfänglich gar keinen Geschmack, derselbe tritt erst nach kurzer Zeit in der oben angegebenen Weise hervor. Wichtiger als diese organoleptischen Eigenschaften ist die Farbe und ihre Bestimmung.

Farbe. Das meiste Rohöl ist dunkelgrünlich oder bräunlich — Seite 86 —, wird aber durch die Rectification bedeutend heller und lässt sich durch chemische Agentien wie Schwefelsäure etc. die Farbe ganz entfernen. Die meisten Mineralöle, sowohl in rohem als rectificirtem Zustande, haben die Eigenthümlichkeit, namentlich Petroleum, bei auffallendem Lichte und besonders Sonnenlichte blau oder grünlich zu schillern, wie eine angesäuerte Chininlösung oder eine Aesculinlösung, obschon dieselben im durchfallenden Lichte vollkommen klar und durchsichtig sind. Diese Erscheinung heisst **Fluorescenz**, besteht darin, dass manche Körper die Eigenschaft haben, Licht zu reflectiren, dessen Farbe von der des auffallenden verschieden ist, und beruht darauf, dass die im Spectrum unsichtbaren ultravioletten Strahlen durch Verringerung ihrer Schwingungsgeschwindigkeit in solche des Lichtspectrums verwandelt werden und zwar, wenn das hervorgerufene Licht, also das Schillern gleichzeitig mit dem hervorrufenden verschwindet, wie beim Petroleum, Methylnaphtalin, Anthracen, Chinin etc.; fährt aber der Körper fort, auch dann noch einige Zeit zu leuchten, wenn das Licht schon aufgehört hat auf ihn zu wirken, so wird diese Erscheinung Phosphorescenz genannt, wie beim Flussspath und den Sulfiden der Erdalcalimetalle etc. Dass die

Fluorescenz der Erdöle theilweise mit einem Paraffingehalte zusammenhängen soll, ist noch nicht erwiesen.

Da die Petroleumsorten (auch Schmieröle) nach verschiedenen Farben gehandelt werden, die besten Sorten weiss oder blassgelb sein sollen, so ist die Farbe beim blossen Ansehen oder Durchsehen nicht zu beurtheilen, es müssen dazu sogenannte Farbmesser oder Colorimeter oder Chromometer benutzt werden und zwar ist auf den englischen der **Wilson**'sche **Chromometer** und auf den deutschen Petroleumbörsen der **Wilson-Ludolph**'sche **Chromometer** in Gebrauch. Die Farbnüance-Eintheilung ist in Deutschland eine grössere, während an der Londoner Börse 4 Farbnüancen gelten und zwar:

1. **Water white** 3. **Standard white**
2. **Prime white** 4. **Merchantable,**

hat die Bremer Börse 7 Farbnüancen, auch ist die Eintheilung eine etwas andere. Von der Bremer Petroleumbörse sind die Farben 1 und 2 unverändert angenommen, das Standard white der Bremer Börse ist etwas dunkler als das Londoner Standard white.

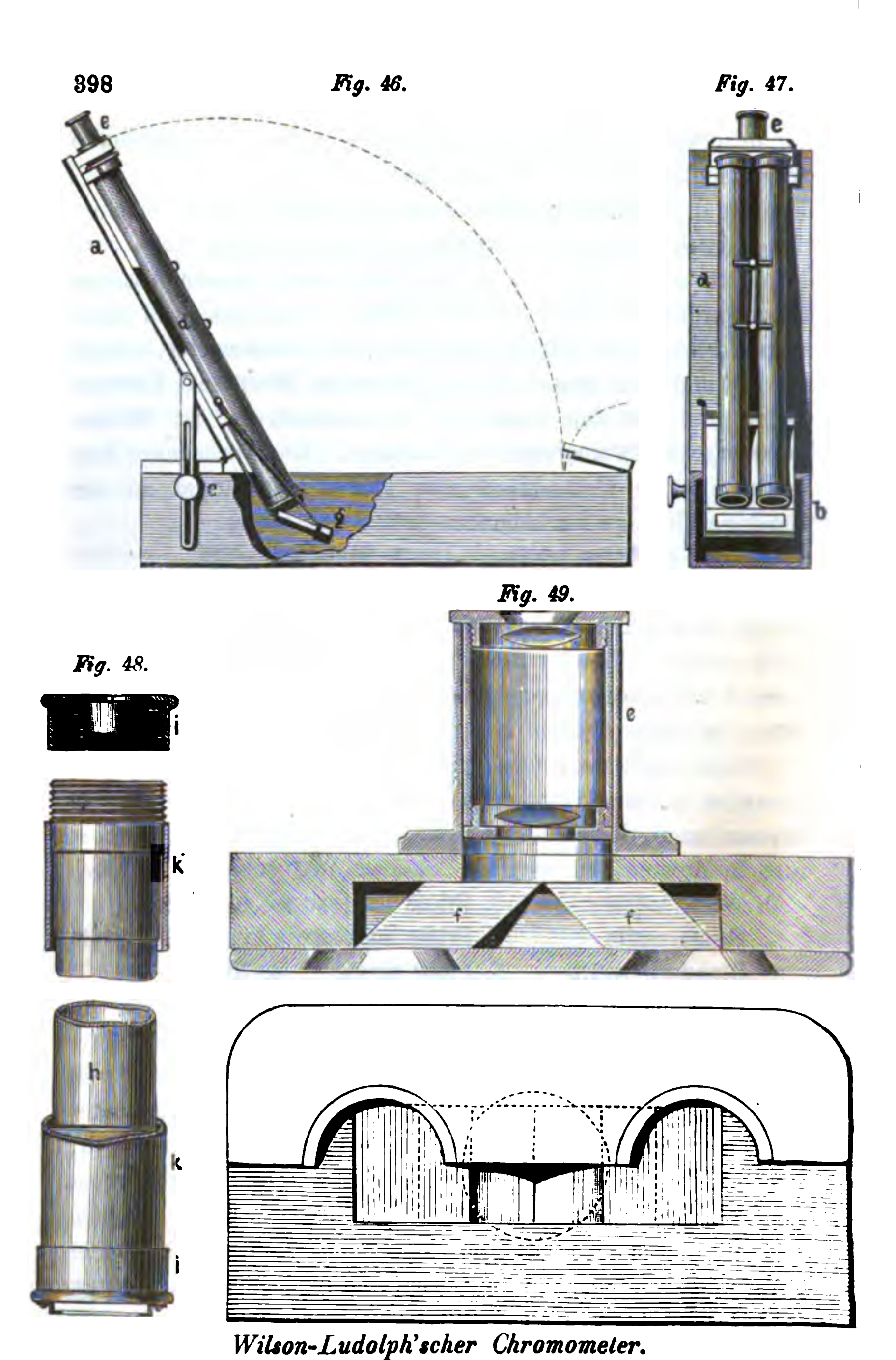
Noch dunkler als das englische Merchantable ist das Bremer prime light straw to white. Hierauf folgen in Bremen noch die Nüancen Light straw und Straw, so dass also in Bremen etc. folgende Nüancen unterschieden werden:

0. **Water white** 3. **Prime light straw to white**
1. **Prime white** 4. **Prime light straw to standard white**
2. **Standard white** 5. **Light straw** 6. **Straw,**

es kommt jedoch in der Praxis sehr selten vor, dass ein Oel dunkler als das Bremer Standard white ist.

Das Wilson'sche Chromometer unterscheidet sich von dem amtlichen Bremer Wilson-Ludolph'schen Chromometer — in vorzüglicher Ausstattung angefertigt von W. Ludolph, Bremerhaven — durch nachstehende unwesentliche Aenderungen: während die englischen Prismen aus Crownglas bestehen und die Linsen biconvex gemacht werden, bestehen die Bremer Linsen aus Flintglas und die Linsen sind planconvex angefertigt.

Der Wilson-Ludolph'sche Chromometer der Bremer Petroleumbörse hat nun nachstehende Einrichtung. — Fig. 46, 47, 48, 49. —



Wilson-Ludolph'scher Chromometer.

a Deckel zum *b* Holzkasten. *c* Schraube. *d* Abnehmbare Röhren. *e* Lupe. *f* Glasprismen. *g* Spiegel. *h* Glasröhren. *i* Aufsatzstücke. *k* Metallröhren.

Die Einrichtung und der Gebrauch des Apparates ist folgender: Das Stativ zum Apparate bildet der Deckel *a*, des Mahagonikastens *b*, welcher, wie aus Fig. 46 ersichtlich, hochzuschlagen, schräg zu stellen und mittelst der Stellschraube *c* in beliebiger Lage zu befestigen ist. An diesem Deckel befinden sich Lager, die die Lage der abnehmbaren Röhren *d* fixiren; fest mit dem Deckel verbunden ist die Lupe *e* mit 2 Glasprismen *f* — Fig. 49 —. Zur durchgehenden Beleuchtung der inneren Röhren *h*, welche durch die Metallröhren *k* — Fig. 48 — ummantelt sind, dient der verstellbare Spiegel *g*; die beiden Röhren sind oben und unten mit zu schraubenden Ansatzstücken versehen, welche Glasplatten zum Verschliessen der Röhren enthalten. An dem unteren Ansatzstück befinden sich noch, wie sich aus der Zeichnung — Fig. 48 — ergiebt, eine Vorrichtung zur Aufnahme der gefärbten Nüancengläser 1—6, welche einen Durchmesser von 25 Millimeter haben und mit einer messingenen Einfassung umgeben sind, durch welche im Instrument der dem Petroleum eigenthümliche Glanz erhalten wird.

Handelt es sich nun darum, ein Oel zu prüfen, so wird die eine Röhre *d* mit dem zu untersuchenden Oele gefüllt und in oben angegebener Weise geschlossen, an der anderen Röhre ohne Füllung wird nur das betreffende Farbglas, also 1 = Prime white oder 2 = Standard white eingelegt etc. und verglichen, bis ein Glas gefunden ist, welches mit der Farbe des Oeles übereinstimmt, d. h. die Farben müssen zu beiden Seiten des Striches gleich sein, die Nummer des Glases entspricht den oben angeführten Namen, wobei noch zu bemerken ist, dass für 0. Water white kein Glas erforderlich und vorhanden ist und dass sich für No. 1 Prime white und No. 2 Standard white zwei Gläser finden, das eine mehr ins Rothe, das andere mehr ins Grünliche spielend, weil sich diese helleren Oelsorten in den angeführten Farben schillernd vielfältig finden; auf den Gläsern ist der Farbunterschied auch durch 1. *r*. und 1. *g*. bezeichnet. Es bleibt dann überlassen mit einem vorhandenen Original-Normalöl nach Entfernung des Farbglases die zweite Röhre auch zu füllen und zu vergleichen.

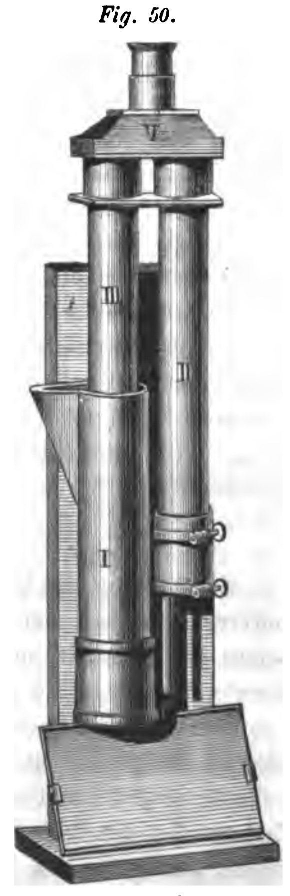
Oder handelt es sich darum, zu bestimmen, wie viel Farbnüancen zwischen dem einen helleren und dem anderen dunkleren zu bestimmen, so werden die Farbgläser unter der helleren Probe eingelegt, bis das richtige Farbglas gefunden, also beim Hineinsehen in die Lupe nur ein Farbenbild vorhanden ist.

Der Wilson-Ludolph'sche Colorimeter enthält nur die für den Petroleumhändler wichtigen Scalen und sollte an keiner amtlichen Petroleumprüfungsstelle fehlen, da ja die Kaufleute gerade jetzt nicht blos die Entzündungstemperatur wissen wollen, sondern häufig mit Nebenfragen kommen und namentlich über Farbe.

Das **Stammer**'sche **Farbenmaass** aus der ausgezeichneten Werkstatt von Schmidt & Haensch, Berlin S., Stallschreiberstrasse 4, enthält nicht die einzelnen Farben zum Vergleich, sondern es ist im wahren Sinne ein Farbenmaass, es lässt sich damit mit voller Genauigkeit bestimmen, um wie viel dunkler oder heller ein Oel ist und hat deshalb dieser Apparat einen ungeheuren Werth für Mineralöl- und Paraffinfabriken, wo es sich darum handelt, stets gleiche Fabrikate zu liefern und ferner zur Prüfung der in diesen Fabriken zur Verwendung kommenden Entfärbungspulver, meistens Blutlaugensalzrückstände, dient. Der Apparat ist in Fig. 50 abgebildet und hat folgende Hauptbestandtheile: a) Die weite untere Röhre *I* ist unten durch eine Glasscheibe geschlossen, oben offen und seitlich mit einer Erweiterung zum Ein- und Ausgiessen der Flüssigkeiten versehen. Diese Röhre ist an dem Stativ mittelst zweier Schrauben befestigt und kann erforderlichen Falls behufs Reinigung etc. leicht abgenommen werden. b) Die Maassröhre *II* ist unten mit einer Glasscheibe geschlossen und innerhalb der Röhre *I* beweglich. c) Die Farbeglasröhre *III* ist mit der Maassröhre *II* fest verbunden unten offen, oben mit dem Farbeglas bedeckt, sie ist mit ihrem unteren Ende mittelst zweier Ringe mit Schrauben fest, aber leicht lösbar mit Gleitplatten verbunden, welche gemeinschaftlich mit anderen Führungen, die senkrechte Verschiebung der verbundenen Röhren *II* und *III* sichern. Der Grad dieser Verschiebung wird an der Rückseite des Stativs an der Scala mit Indicator nach Millimetern abgelesen, deren Bruchtheile noch

geschützt werden können. d) Das Farbeglas besteht aus zwei verbundenen Glasscheiben; die so hervorgebrachte Färbung ist als **Normalfarbe** mit **100** bezeichnet. Ausserdem sind dem Instrumente zwei einfache Farbengläser beigegeben, die an Stelle des Normalglases oder mit demselben zugleich benutzt werden können; auf diese Weise wird die halbe, anderthalbfache oder doppelte Normalfarbe zur Benutzung bei sehr hellen oder sehr dunklen Oelen etc. angewendet.

Fig. 50.



Stammer's Farbenmaass.
I Füllröhre. *II* Maassröhre. *III* Farbeglas. *V* Augenkapsel.

Ausserdem befinden sich an dem Instrumente noch der optische Aufsatz, welcher über die Röhren *II* und *III* gesteckt ist und ein matter weisser Spiegel, der das gleichmässig zerstreute Licht in passendem Winkel von unten in die Röhren wirft.

Zur Beobachtung wird nun das Instrument so gegen das Licht gestellt, dass beim Hineinsehen durch den optischen Aufsatz und nach Entfernung des Farbeglases die Sehfelder beider Röhren als gleichmässig helle Hälften der hellen runden Scheibe erscheinen; dann wird das Farbeglas mit seiner Kapsel auf die Röhre *III* gesetzt und das Oel etc., dessen Farbe gemessen werden soll und das vollkommen klar sein muss, in die Saftröhre *I* eingegossen, welche ebenso wie die Maassröhre *II* mit ihrer Glasscheibe und Schraubenkapsel vollkommen dicht verschlossen sein muss. Ist alles in Ordnung, so werden die verbundenen Maass- und Farberöhren *II* und *III* so weit verschoben, bis die Farbe der zwischen den Deckgläschen der beiden Röhren *I* und *III* befindlichen Flüssig-

keitsschicht derjenigen des Farbegläschens in *II* entspricht, indem beide von oben durch die Augenkapsel bei dem Lichte betrachtet werden, welches bei dem Spiegel aufwärts durch die Röhren reflectirt wird. Es erscheint dann die runde Scheibe von gleichmässiger Farbe und durch einen dunklen Strich in Hälften getheilt.

Der Stand der Maassröhre oder die Höhe der Flüssigkeitsschicht wird dann an der Scala auf der Rückseite des Stativs abgelesen; es ist jedoch gut, einige Male einzustellen und aus den Beobachtungen das Mittel zu nehmen.

Da die Farbe der Flüssigkeit im umgekehrten Verhältniss zur Dicke der Schicht derselben steht, welche erforderlich ist, um eine bestimmte Farbe hervorzubringen, und diese letztere hier durch 100 ausgedrückt ist, so wird der in absoluten Zahlen ausgedrückte Werth des Farbetones des Oeles erhalten, durch Division der abgelesenen Millimeterzahl in 100; also

Millimeterstand	1	Farbe	=	100,00
„	2	„	=	50,00
„	7	„	=	14,29
„	19	„	=	5,26

Zur Prüfung des Entfärbungsvermögens eines Entfärbungspulvers wird ein beliebiges Oel genommen und von einem seiner Wirksamkeit nach bekannten Pulver, welches nur als Vergleichsmaterial zu dienen hat, ein gleiches Quantum wie von dem zu untersuchenden abgewogen und jede Probe in eine gleiche Menge desselben Oeles eingerührt und beide Proben gelinde bei gleicher Temperatur digerirt, nach einer bestimmten Zeit werden die Oele filtrirt und die Farben, wie vorher angegeben, gemessen. Da ja die Farbe des zur Prüfung dienenden Oeles bekannt war, so lässt sich die verschwundene Farbe in Procenten berechnen und erhält die gesuchte entfärbende Kraft in Form einer Zahl, welche sich mit der der andern Probe direct vergleichen lässt.

---

4. Veränderungen an der Luft.

Die Mineralöle, welche ja nur primäre Verbindungen sind, nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen, bleiben, wie im

chemischen Theile schon klar gelegt, in noch so grosser Flächenausdehnung, bei der Berührung mit dem Sauerstoff der Atmosphäre indifferent, sie unterscheiden sich dadurch wesentlich von den Thier- und Pflanzenölen etc., welche eine Zersetzung erleiden und ranzig werden. Daraus erklärt es sich auch, dass mit Maschinen-Mineralölen durchtränkte Lappen — Putzlappen —, in grossen Massen übereinander gelagert, nicht zur Selbstentzündung kommen, nur mit Oelen, welche einen Siedepunkt bis zu 160° C. haben, ist die Gefahr einer Selbstentzündung bei Gegenwart von Feuchtigkeit vorhanden, denn es sind dann Bedingungen schon geboten, die sich erst beim Lagern feuchter durchfetteter Wollen, Tücher, oder Heu, Dünger etc. bilden müssen, nämlich leicht entzündliche Kohlenwasserstoffe. Alle porösen Körper sind im Stande in grosser Menge Gase in sich aufzunehmen und zu verdichten, im weiteren Sinne sind nun dicht aufeinander gelagerte Wollen, Seiden etc. auch zu den porösen Körpern zu rechnen, beim Verdichten der Gase wird Wärme erzeugt und da die Wolle, Seide und ähnliche Stoffe, ferner Heu, Dünger etc. sehr schlechte Wärmeleiter sind, d. h. die erzeugte Wärme nicht leicht abgeben, so wird durch die Wärme eine langsame Gährung und Fäulniss vor sich gehen, es entwickeln sich eine Menge Kohlenwasserstoffe, die in der porösen Masse mit verdichtet werden, in den mit leichten Mineralölen durchtränkten Lappen schon vorhanden sind, also die Wärme noch erhöhen und so kann sich diese im Innern der Ballen etc. bis zu einem Grade steigern, bei welchem die Entzündung der Stoffe möglich ist. Kann endlich frische Luft, also Sauerstoff hinzutreten, so muss die Entzündung erfolgen, da die beiden Bedingungen der Verbrennung erfüllt sind: die zur Entzündung erforderliche Temperatur und der freie Zutritt sauerstoffhaltiger Luft.

Eine Veränderung erleiden die Mineralöle nur durch Verdunstung und zwar am meisten die Rohöle, da viele derselben schon unter 5° C. Gasbläschen entwickeln und unter der gewöhnlichen Temperatur schon leicht siedende Kohlenwasserstoffe schnell verlieren; selbstverständlich vermindert sich die Verdunstung mit der Zunahme des Siedepunktes.

Bolley und Schwarzenbach haben Versuche über die Verdunstungsverluste mit rohem und rectificirtem pennsylvanischem Erdöle angestellt und zwar letzteres von einem Anfangssiedepunkte von 120° C.; die Proben blieben in einem gleichmässig temperirten Zimmer von 16° C. stehen und es ergaben sich dabei folgende Resultate:

Es verdunsteten in

1 Woche	25,00 %	rohes	Oel;	14,00 %	rectificirtes	Oel
2 Wochen	30,60 „	„	„	16,80 „	„	„
3 „	33,60 „	„	„	19,30 „	„	„
4 „	34,30 „	„	„	21,50 „	„	„
5 „	34,70 „	„	„	23,20 „	„	„
6 „	35,00 „	„	„	24,50 „	„	„
7 „	— „	„	„	25,50 „	„	„

In einem Keller verdunstete von rohem und von rectificirten pennsylvanischen Petroleum bei einer Temperatur von 7° C. an

1 Tage	6,30 %	rohes	Oel;	2,50 %	rectificirtes	Oel
14 Tagen	26,60 „	„	„	15,00 „	„	„

dann nur noch unmerklich.

Interessant ist die Verdunstungsfähigkeit der Mineralöle an einem Tage bei 16° C., welche bei verschiedenen Temperaturen destilliren und zwar dienten dazu Destillate, welche übergehen

vor	100° C.	Verdunstungsverlust	100,00° C.
bei	100—120° C.	„	45,50° „
„	120—150° „	„	31,50° „
„	150—200° „	„	8,50° „
„	200—250° „	„	0,60° „
„	250—350° „	„	0,25° „

---

5. Entflammbarkeit, Entzündbarkeit, Brennbarkeit.

Aus dem Vorhergehenden ist ersichtlich, dass das rohe Erdöl unter gleichen Umständen stärker als das rectificirte verdunstet und von diesem die ersten Antheile wieder viel stärker als die späteren. Die Dünste der Erdöle sind zwar immer entzündlich, aber für die Feuergefährlichkeit nicht entscheidend, da sie das Bestreben haben, sich bei ihrer Ent-

wicklung mit der Luft zu mischen und hören, damit verdünnt, alsbald auf entzündbar zu sein. Das Erdöl keinerlei Gattung ist für sich der Explosion fähig, eine solche ist nur möglich, wenn seine Dünste oder Dämpfe sich in einem gewissen Verhältnisse mit der Luft mischen — Seite 88 —. Die heftigste Explosion giebt 1 Theil Petroleumdampf mit 8—9 Theilen Luft. 1 Theil Luft und 3 Theile Petroleumdampf geben einen schwachen Knall; 1 Theil Luft und 1 Theil Petroleumdampf explodiren gar nicht.

Es giebt Flüssigkeiten, die sich ohne weiteres entzünden, sobald sie mit der Luft in Berührung kommen, z. B. flüssiger Phosphorwasserstoff P_2H_4, Stibmethyl $(CH_3)_3So$, Triäthylstibin $(C_2H_5)_3Sb$, sämmtlich farblose Flüssigkeiten; andere entzünden sich, wenn sie ohne vorhergegangene Erwärmung mit einem brennenden Span berührt werden, wie Weingeist, Aether etc. Das Erdöl gehört nicht zu diesen beiden Gattungen, es setzt vielmehr stets Erwärmung auf einen gewissen Grad voraus, wenn es durch einen brennenden Körper entzündet werden soll. Es ist mit anderen Worten das Petroleum nicht im flüssigen Zustande, sondern nur als Dampf durch einen brennenden Körper entzündlich; seine Entzündlichkeit hängt zunächst von seiner Fähigkeit ab, Dämpfe zu bilden oder zu verdunsten — Seite 404 —. Diese Eigenschaft wird wesentlich dadurch bestimmt, dass sich in einer gegebenen Zeit mehr Dämpfe bilden, als die umgebende Luft aufzunehmen vermag, dass sich also über dem Spiegel der Flüssigkeit eine Schicht unverdünnter Dämpfe lagert; dies hängt aber wiederum von der Spannkraft der letzteren und der Temperatur der Flüssigkeit ab, aus der sie sich entwickeln. Die Spannkraft der Dämpfe des rohen nicht gashaltigen Petroleum erreicht zwar die der Aether- und Schwefelkohlenstoffdämpfe nicht, übertrifft aber die der Alcoholdämpfe und liegt ungefähr in der Mitte zwischen diesen und den Benzoldämpfen. Spannungstabelle S. 406.

Was die Temperatur anlangt, so sind bei 4° C. die Dämpfe des Aethers und des gashaltigen rohen Erdöls noch entzündlich, die des rectificirten Oeles von 20° C. an, die des Alcohol (spec. Gew. = 0,832) bei 39° C. und des Terpentinöls noch später.

Tension der Dämpfe verschiedener Flüssigkeiten.

Quecksilberhöhe in	Wasser mm	Aether mm	Alcohol mm	Benzol mm	Terpentinöl mm	Schwefelkohlenst. mm
— 20° C.	0,93	68,90	3,34	5,79	—	47,30
— 10° „	2,09	114,72	6,47	12,92	—	79,44
0° „	4,60	184,39	12,70	25,31	2,07	127,91
+ 5° „	6,53	230,89	17,62	34,17	—	160,01
+ 10° „	9,17	286,83	24,23	45,25	2,94	198,46
+ 15° „	12,70	353,62	32,98	58,93	—	244,13
+ 20° „	17,39	432,78	44,46	75,65	4,45	298,03
+ 25° „	23,55	525,93	59,37	95,91	—	361,13
+ 30° „	31,55	634,80	78,32	120,23	6,87	434,62

Es ist bereits oben erwähnt, dass das Petroleum als solches allein nicht explosionsfähig ist; die Temperatur, bei welcher sich entzündliche, mit Luft explodirende Dämpfe entwickeln, liegt um so niedriger, je mehr von den Resten der eigentlich abzuscheidenden Rohnaphta sich in dem Oele finden. In wie hohem Grade schon wenige Procente Naphta jenen Temperaturgrad erniedrigen, zeigt die Thatsache, dass ein Brennöl, welches an und für sich erst bei 45° C. entflammbare Dämpfe entwickelt,

bei Zusatz von	1 %	Benzin = Naphta schon bei . . .	39° C.	explosiv
	2 „		33° „	
	5 „		28° „	
	10 „		15° „	
	20 „		4,4° „	

wird. Der Gehalt an Naphta kann entweder durch ungenügende Abscheidung bei der Rectification darin geblieben sein, oder er kann auch in betrügerischer Absicht zugesetzt sein, da die leichteren Destillationsproducte als das Leuchtpetroleum zuweilen einen bedeutend geringeren Werth haben. Die Petroleumraffineure haben also einen ganz bedeutenden Vortheil, wenn sie diese Producte bei Leuchtpetroleum belassen und geschieht dies bei herabgedrückten Preisen; das Publicum erhält aber in dem einen Falle ein zu leicht entzündliches und daher feuergefährliches Product, anderntheils, wenn sie die schwereren Destillationsproducte darin lassen, ein schlecht brennendes Product, und der letztere Fall ist namentlich eingetreten,

seit fast in allen Ländern ein Entflammungspunkt-Minimum festgesetzt und die Feuergefährlichkeit auf das geringste Maass herabgedrückt ist.

Früher gelangten Oele in den Handel, welche einen Entflammungspunkt von 15° C. hatten, jetzt ist für Deutschland das Minimum auf 21° C. festgesetzt; da nun die Raffineure zum Petroleumpreise für die leicht siedenden Producte keine Verwendung haben, so werden meist so viel schwere Oele zugesetzt, bis der gesetzliche Entflammungspunkt erzielt ist.

Mit dem Punkte, bei welchem sich die Dämpfe einer Flüssigkeit entzünden, ist aber derjenige noch nicht erreicht, bei welchem die Flüssigkeit ohne Docht fortfährt zu brennen und werden deshalb in der Praxis unterschieden: 1. **Entflammungspunkt** — Flashing point — und 2. **Entzündungspunkt** — Burning point — und zwar wird unter dem ersteren der Temperaturgrad verstanden, bei welchem ein Petroleum entflammbare und mit Luft gemischt explodirbare Dämpfe abgiebt, ohne dabei selbst weiter zu brennen, während der Entzündungspunkt den Wärmegrad angiebt, bei welchem das Petroleum mit einem brennenden Körper in Berührung gebracht, selbst weiter brennt; der letztere Punkt liegt meist 6—20° C. höher als der erstere; es ist also kein Zusammenhang zwischen Entflammungs- und Entzündungstemperatur.

Bei der Bestimmung der Feuergefährlichkeit eines Petroleum handelt es sich selbstverständlich um Feststellung des Entflammungspunktes, denn die Explosionsgefahr beginnt schon mit der Entwicklung brennbarer und mit Luft explodirbarer Dämpfe, nicht erst mit der Brennbarkeit des flüchtigen Oeles selbst. — Siehe Tabelle Seite 408. — Nur in Oestreich, sowie an der New-Yorker Petroleumbörse verlangt man einen Burning test; in Oestreich bei 30° R. = 37,50° C., in New-York bei 110° F. = 43,3° C.

Zur Prüfung des Petroleum sind eine Anzahl Apparate — Petroleumprober, Naphtameter — construirt worden, welche mehr oder weniger in Gebrauch kamen; hier handelt es sich nur um die wirklich in Gebrauch befindlichen und hauptsächlich um die in den verschiedenen Ländern amtlich vorge-

Entflammungs- und Entzündungstemperaturen einiger Petroleumsorten etc.

Petroleum	Spec. Gew.	Beginnt zu sieden bei:	Dämpfe entzünden sich:	Petroleum brennt fort:
Pennsylvanisches .	0,750	110° C.	16,0° C.	31° C.
„	0,770	130° „	30,0° „	40° „
„	0,765	120° „	30,0° „	42° „
„	0,803	120° „	25,5° „	37° „
Kaukasisches . .	0,819	150° „	28,5° „	46° „
„	0,812	146° „	42,0° „	56° „
„	0,815	145° „	31,0° „	42° „
Galizisches . . .	0,800	132° „	36,0° „	48° „
Schieferöl . . .	0,805	134° „	35,0° „	43° „
Terpentinöl . . .	0,855	147° „	40,0° „	44° „

schriebenen, so in England der Abel'sche Apparat, in Deutschland der verbesserte Abel'sche Apparat; in Frankreich der Salleron-Urbain'sche und der Granier'sche Apparat, letzterer auch in Belgien, in Amerika der Tagliabue und Saybolt-Tester, in Holland der Parrish'sche Naphtometer, Russland und Oestreich haben noch keine bestimmten Apparate, es findet daselbst die Prüfung meist in offnen Apparaten statt.

Die Apparate zur Bestimmung der Feuergefährlichkeit des Petroleum beruhen im Wesentlichen auf zwei Principien:

1. auf der Ermittlung des Temperaturgrades, bei welchem ein erwärmtes Petroleum Feuer fängt, es wird also die Feuergefährlichkeit direct bestimmt — Abel'scher Apparat, Heumann'scher Apparat.
2. auf der Ermittlung der Dampfspannung, welche ein Petroleum bei bestimmten Temperaturen zeigt, es wird also auf die Feuergefährlichkeit indirect geschlossen — Salleron-Urbain'scher Apparat.

Allgemein wird der Entflammungspunkt dadurch bestimmt, dass das zu prüfende Petroleum in einem offnen oder fast geschlossenen Gefässe so lange erwärmt, bis bei Annäherung eines brennenden Körpers eine Flamme sich zeigt oder eine

kleine Explosion über der Oelschicht eintritt, diese Methode ist noch vielfach in Gebrauch und namentlich zur Prüfung der Entflammungstemperatur der Maschinen-Schmieröle.

Dass diese Methode nur ungenaue und stets verschiedene Resultate ergeben kann, ergiebt sich von selbst, denn es kommt dabei in Betracht die Menge des Oeles, ob dasselbe sich bewegt oder ruhig bleibt, die Art, Form, Dimension des Oelgefässes, ob geschlossen oder offen, im ersteren Falle noch das darüber befindliche Luftvolumen, die Art, Gleichmässigkeit und die Zeitdauer des Erwärmens, die Stellung des Thermometers etc. Das eben Gesagte gilt auch für viele der construirten Apparate und daher kommt es, dass eine Petroleumsorte mit verschiedenen Apparaten geprüft, verschiedene Entflammungstemperaturen zeigt. Nach Versuchen des Kaiserlichen Gesundheitsamtes sind für ein und dasselbe Petroleum auf vier verschiedenen Petroleumprobern, welche von Engler, Doxrud, Abel und Bernstein construirt waren, beziehungsweise die folgenden Entflammungspunkte ermittelt worden: 31° C., 23° C., 21,7° C., 35,3° C., dagegen für eine andere Sorte: 27,7° C., 21,2° C., 20,8° C., 31,2° C. Hieraus ergiebt sich schon, dass nicht nur die für ein und dasselbe Petroleum auf verschiedenartig construirten Petroleumprobern ermittelten Entflammungspunkte verschieden sind, sondern dass auch die bezüglichen Unterschiede der Angaben verschiedener Apparate beim Uebergang auf eine zweite Petroleumsorte wesentlich andere werden können.

Als Repräsentanten für offene Apparate sind zu erwähnen: der alte Tagliabue Apparat, der dänische Apparat und der Saybolt-Tester; für geschlossene Apparate die von Abel, Sintenis, Parrish, Tagliabue, Bernstein, Engler, V. Meyer, Haas, Doxrud und Heumann.

Der wichtigste Apparat ist der in Deutschland durch Kaiserliche Verordnung vom 24. Februar 1882 eingeführte verbesserte **Abel'sche Apparat**, welcher in den Figuren 51, 52, 53, 54, 55 — Seite 412 und 413 — dargestellt ist.

Beschreibung des in Gemässheit der Kaiserlichen Verordnung vom 24. Februar 1882 zur Untersuchung des Petroleum auf seine Entflammbarkeit anzuwendenden Abel'schen Petroleumprobers.

Der Prober besteht aus folgenden Theilen:

1. dem Petroleumgefäss G;
2. dem Gefässdeckel mit Drehschieber und Zündvorrichtung D;
3. dem auf dem Deckel befestigten Triebwerk, mit Hülfe dessen die Zündvorrichtung in dem vorschriftsmässigen Zeitverlauf in Wirksamkeit tritt T;
4. dem Wasserbehälter (Wasserbad), in welchen das Petroleumgefäss eingehängt wird W;
5. dem Dreifuss mit Umhüllungsmantel und Spirituslampe zur Erwärmung bezw. Warmhaltung des Wasserbades T;
6. dem in das Petroleumgefäss einzusenkenden Thermometer t_1;
7. dem in den Wasserbehälter einzusenkenden Thermometer t_2.

Der Prober und seine einzelnen Theile sind in den Figuren 51 und folgende dargestellt, und zwar zeigt Fig. 51 den Durchschnitt und Fig. 52 den Grundriss des vollständig zusammengesetzten Probers in drittel natürlicher Grösse. In halber natürlicher Grösse geben sodann Fig. 53 den Grundriss des Gefässdeckels nebst Drehschieber und Zündvorrichtung, letztere in ihrer tiefsten Senkung. Das Triebwerk T, von welchem in der Fig. 51 nur der Umschlusskasten zu sehen ist, wird in Fig. 54 und 55, dem Durchschnitt bezw. dem Grundrisse nach, in halber natürlicher Grösse dargestellt, in Fig. 55 unter Weglassung der Deckplatte des Umschlusskastens.

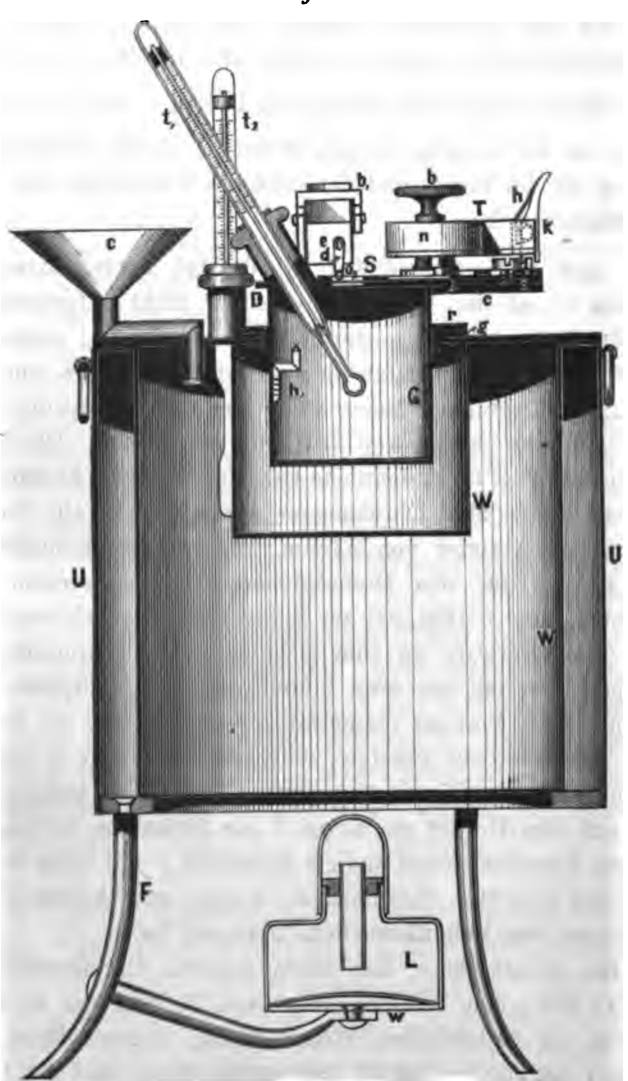
1. Das aus Messing von 1,4 Mm. Stärke hergestellte und innen verzinnte Petroleumgefäss G (Fig. 51) hat cylindrische Form, einen inneren Durchmesser von 51 Mm. und eine innere Höhe von 58 Mm. Die obere Kante seiner Innenwand ist von innen nach aussen verrundet; die Aussenwand trägt einen flachen Messingring r von 12,5 Mm. Breite und 2,5 Mm. Dicke, dessen obere Fläche um 10 Mm. unterhalb des

oberen Gefässrandes liegt, und auf welchem zwei Knöpfe zum Aufheben des Gefässes *G* sitzen. Ein nach aufwärts rechtwinklig gebogener, oben in eine schlanke, 38 Mm. vom Gefässboden abstehende Spitze endigender Haken *h* von ┌┴-förmiger Gestalt ist mit seinem unteren Schenkel durch Nietung und Löthung an der Innenwand des Gefässes *G* befestigt und dient als Füllungsmarke.

2. Auf den entsprechend abgedrehten oberen Rand des Gefässes *G* ist der Gefässdeckel *D* dicht aufgepasst; er wird durch 1,5 bis 2 Mm. starke Messingplatte und einen über den Gefässrand übergreifenden cylindrischen Ansatz von nahe 10 Mm. Höhe gebildet. Innerhalb dieses Ansatzes ist die Deckplatte auf eine Stärke von 0,75 Mm. ausgedreht. Die Platte hat die aus Fig. 53 ersichtliche Gestalt. An eine kreisförmige Scheibe von 58 Mm. Durchmesser schliesst sich ein Fortsatz an, der im Abstand von 53 Mm. vom Kreismittelpunkt den Drehzapfen *z* für den Drehschieber *S* und ausserdem zwei Säulchen s_1 und s_2 (Fig. 53) zur Befestigung des Triebwerkes *T* trägt. Der Fortsatz ist zum Schutze gegen Wärmestrahlung von unten her mit der etwa 2 Mm. starken Ebonitplatte *e* bekleidet. Dem Fortsatz diametral gegenüber trägt die Deckelplatte das unter 60° geneigte, federnde Ansatzrohr a_1 zur Aufnahme des Thermometers t_1 (vergl. zu 6); endlich befindet sich noch auf dem Deckel ein Bügel *b* zur Aufnahme der Lampe *l* mit dem Zündflämmchen und ein Metallstift *p* mit einer weissen Perle von 3,75 Mm. Durchmesser, welche zum Anhalt bei der Regulirung des Zündflämmchens bestimmt ist.

Das Ansatzrohr a_1 hat einen inneren Durchmesser von etwa 13 Mm., eine mittlere Länge von 15 Mm. und ist in der aus Fig. 53 ersichtlichen Weise schräg abgeschnitten. Die Lampe *l* hat die in Fig. 51 dargestellte Form und ist in den Bügel *b* mit zwei Zapfen so eingehängt, dass man sie um die durch diese Zapfen gebildete Achse drehen kann. Die Dochttülle *d* der Lampe *l* hat eine 1,6 Mm. weite Mündung; sie steht senkrecht zur Drehachse und ist auf die Wand des Lampenkastens etwas seitwärts der Mitte aufgesetzt. Zur be-

Fig. 51.



Abel'scher Petroleumprober.

C Trichter. *D* Gefässdeckel. *F* Dreifuss. *G* Petroleumgefäss. *L* Spirituslampe. *S* Drehschieber. *T* Triebwerk. *U* Umhüllungsmantel. *W* Wasserbehälter. *a* Ansatzrohr. *b* Bügel. *d* Dochttülle. *e* Ebonitplatte. *h* Haken. *l* Triebrad. *m* Steigrad. *n* Nase. o_1, o_2, o_3 Zeitsecunden. *p* Metallstift; *p* (Fig. 55) Balancier. *q* Griffe. *r* Messingring. *s* Säulchen. t_1 t_2 Thermometer. *y* Abflussrohr.

quemen Regulirung des Dochtes ist sie nahe dem Lampenkasten oben mit einem länglichen Ausschnitt versehen.

Fig. 52.

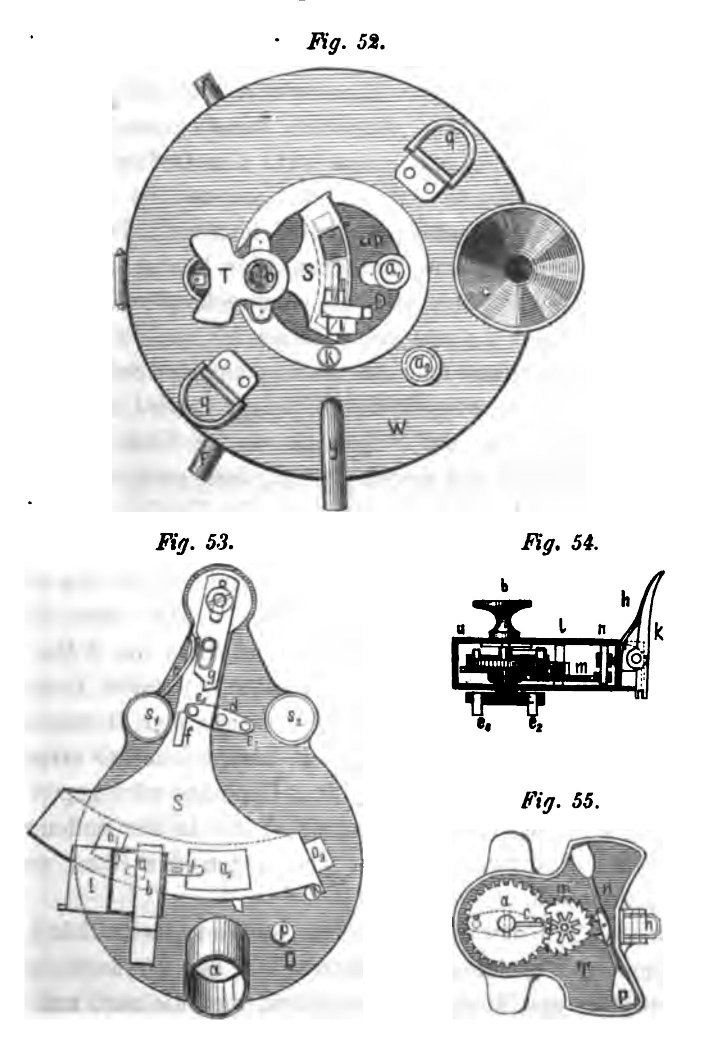


Fig. 53. *Fig. 54.* *Fig. 55.*

In die Platte des Deckels D (Fig. 53) sind drei viereckige Oeffnungen o_1, o_2 und o_3 eingeschnitten, deren Mittellinien in einem um den Drehungsmittelpunkt z des Schiebers S gezogenen Kreise von 55,5 Mm. Radius liegen; die mittlere Oeffnung o_2 wird von zwei concentrischen Kreisbögen und zwei

Radien begrenzt, ihre Länge beträgt, auf der Mittellinie gemessen, 12,5 Mm., ihre Breite, nach dem Radius gemessen, 10 Mm. Jede der Seitenöffnungen o_1 und o_3 wird von zwei concentrischen Kreisbögen, einem Radius und einer Parallele zu letzterem begrenzt; ihre Dimensionen betragen, längs der Kreislinie gemessen 5 Mm., längs dem Radius gemessen 7,5 Mm. Der Drehschieber *S* (Fig. 53) hat zwei den Oeffnungen o_1 und o_2 genau entsprechende Durchbrechungen und ist so gestaltet, dass seine durch Anschläge gehörig begrenzte Drehung die Aufdeckung (Fig. 53) und Zudeckung der Löcher o_1, o_2 und o_3 bewirkt, und zwar öffnet sich bei entsprechender Drehung von *S* zuerst das Loch o_2; erst wenn dieses bis zu $^3/_5$ seiner Länge frei geworden, beginnt auch die Aufdeckung der Seitenlöcher o_1 und o_3. Bei der Bewegung des Schiebers *S* wird zugleich die Lampe *l* durch eine auf *S* fest aufgesetzte Nase *n* von etwa 4 Mm. Höhe gefasst und soweit geneigt, dass, nach vollständiger Aufdeckung der Löcher o_1, o_2 und o_3, das Zündungsflämmchen durch o_2 hindurch bis unter die Oberfläche des Deckels *D* gesenkt ist. Hierbei kommt der tiefstliegende Punkt der Innenkante der Mündung der Tülle *d* genau in die obere Fläche der Deckelplatte *D* (vergl. Fig. 52) und etwa um 3 Mm. von der mit der Drehungsachse der Lampe *l* parallel liegenden Kante von o_2 entfernt zu liegen. Giebt man dem Drehschieber seine Anfangsstellung, so ist auch die Lampe *l* in ihre ursprüngliche Lage zurückgekehrt, und diese Ruhelage wird gegen eine Drehung nach der anderen Seite durch ein in den Boden von *l* eingesetztes Stiftchen, welches sich gegen den Rand von *D* anlegt, gesichert.

3. Das Triebwerk *T* ist dazu bestimmt, selbstthätig eine langsame und gleichmässige Bewegung des Drehschiebers *S* zu bewirken und derartig zu reguliren, dass die nach und nach erfolgende Aufdeckung der Löcher o_1, o_2, o_3 gerade in zwei vollen Zeitsecunden beendet ist und dass, nachdem dies geschehen, der Schieber *S* schnell wieder in seine Anfangslage zurückgeführt wird. Es können für diesen Zweck Triebwerke verschiedener Construction Verwendung finden, vorausgesetzt, dass die Genauigkeit und die Dauerhaftigkeit ihrer Leistungen

durch hinreichende Erprobungen genügend erwiesen sind. Jedes zur Verwendung kommende Triebwerk ist in ein besonderes Metallkästchen *n* einzuschliessen, das auf den Deckel *D* aufgeschraubt wird.

Bis jetzt ist nur ein Triebwerk dieser Art angegeben und erprobt worden. Dasselbe, von dem Mechaniker B. Pensky, Berlin, Wilhelmstrasse 122, construirt, liegt den Zeichnungen zu Grunde.

Das Pensky'sche Triebwerk ist folgendermassen eingerichtet: Die Bewegung des Schiebers *S* wird, wie aus Fig. 54 zu ersehen ist, durch den um eine vertikale Achse drehbaren Doppelarm bewirkt, in welchen zwei diametral einander gegenüberstehende Stifte e_1 und e_2 von unten her eingelassen sind. So lange der Schieber *S* sich in seiner Ruhestellung befindet, d. h. die Löcher o_1, o_2, o_3 verschlossen hält, legt sich der eine Stift e_1 von rechts her gegen die auf dem Schieber *S* befestigte Stahlleiste *f*, der andere von links her gegen die Nase der Arretirungsplatte *g* an. Auf die Achse des Doppelarms *d* ist das Federhaus *a* (siehe Fig. 54 und 55) fest aufgesetzt und in dieses eine gespannte Spiralfeder eingelegt. Will man das Triebwerk in Bewegung setzen, so zieht man die Spiralfeder mittelst des Knopfes *b* auf, wobei die Grösse des Aufzuges durch den Anschlag („Stellung") *c* auf eine halbe Umdrehung begrenzt wird. Die aufgezogene Spiralfeder vermag jedoch den Doppelarm *d* erst dann in Bewegung zu setzen, wenn durch einen Druck gegen den mit einem federnden Ansatz *h* versehenen Auslösungshebel *k* die Arretirungsplatte *g* zurückgezogen wird. Geschieht das letztere, so beginnt der Doppelarm sich zu drehen, bewegt, indem er den Stift e_1 gegen die Leiste *f* andrückt, die letztere sammt dem Schieber *S* nach links und öffnet auf diese Weise die Löcher o_1, o_2 und o_3. Hat *S* seine äusserste Lage erreicht, so gleitet der Stift e_1 an dem Ende der Leiste *f* vorbei, und sofort schnellt der Schieber *S* mittelst einer an dem Säulchen s_1 befestigten Lamellenfeder *r* in seine Schliessungsstellung zurück. Der Doppelarm *d* setzt seine Drehung noch so lange fort, bis der Stift e_1 auf die, nach Aufhören des Druckes gegen den

Hebel *k* durch die Feder *h* in ihre Ruhelage zurückgeschobene Arretirungsplatte *g* stösst, was genau nach Vollendung einer halben Umdrehung eintritt. Der Arm *d* nimmt dann zu der Leiste *f* und zu der Arretirungsplatte *g* wieder eine ganz gleichartige Stellung ein, wie vor seiner Drehung; ein wiederholtes Aufziehen der Feder und ein wiederholtes Drücken auf den Hebel *k* wird deshalb aufs Neue die Drehung des Armes und demgemäss die Oeffnung des Schiebers zur Folge haben.

Um die Drehung des Armes *d* zu einer langsamen und gleichmässigen zu machen, greift in das Federhausrad *j* ein Trieb *l* ein, auf dessen Achse ein Steigrad *m* aufsitzt; die Bewegung des letzteren wird durch eine Ankerhemmung *n* mit Balancier *p* regulirt.

4. Der Wasserbehälter *W* ist aus zwei Metallcylindern von 0,5 bis 0,6 Mm. Wandstärke und aus einem eben so starken flachen Boden zusammengesetzt; der Boden sowie der äussere der beiden Cylinder, welcher 140 Mm. inneren Durchmesser und 146 Mm. innere Höhe hat, werden aus Kupfer oder Messing, der innere der beiden Cylinder, welcher 76 Mm. inneren Durchmesser und 63 Mm. innere Höhe hat, wird aus Kupfer hergestellt. Beide Cylinder sind an eine ringförmige Deckplatte aus Kupfer oder Messing von 0,9 Mm. Stärke so angelöthet, dass die Platte den Raum zwischen beiden Cylindern, den eigentlichen Wasserbehälter, abschliesst, während der Raum des inneren Cylinders offen bleibt. Die Deckplatte ragt nach aussen und nach innen ungefähr um je 10 Mm. über die Wände des Behälters *W* hinaus. Der offene Raum des inneren Cylinders ist zur Aufnahme des Petroleumgefässes bestimmt. Zwischen der äusseren Wand des letzteren Gefässes und der inneren Wand des Behälters bleibt dabei ein Zwischenraum von etwa 11 Mm.

Auf dem inneren Rande der Deckplatte von *W* ist zur Verminderung der Wärmeleitung mit sechs kleinen Schrauben ein 2,5 Mm. starker und 12,5 Mm. breiter Ebonitring *g* befestigt, der mit einem in die Oeffnung der Deckplatte hineinragenden Ansatz versehen ist. Zur Verhütung jeder metallischen Verbindung zwischen dem Petroleumgefäss *G* und dem Wasser-

behälter *W* sind auch die Köpfe der sechs Schrauben unter die obere Ebonitfläche versenkt.

Auf die Deckplatte des Behälters *W* ist ferner ein federndes Ansatzrohr a_2 von 15 Mm. Länge, zur Aufnahme des Thermometers t_2 (vergl. zu 7), rechtwinklig aufgesetzt; dieses Rohr hat denselben Durchmesser wie das auf dem Gefässdeckel *D* befindliche Ansatzrohr a_1. Ausserdem trägt noch die Deckplatte einen zum Eingiessen des Wassers in den Behälter *W* dienenden Trichter *c* (dessen Rohr höchstens bis 20 Mm. unter die Deckplatte reichen darf), ein auf diese Platte stumpf aufgelöthetes, winkelförmiges Abflussrohr *y* für das überschüssige Wasser und zwei als Handhaben dienende Ringe *q*.

5. Auf den Tragring des eisernen Dreifusses *F*, auf welchen der Wasserbehälter *W* aufgesetzt wird, ist zugleich der aus Kupfer oder Messing hergestellte, 0,5 Mm. starke cylindrische Umhüllungsmantel *U* von etwa 165 Mm. Durchmesser aufgepasst und von aussen angeschraubt. Der Mantel *U* ist oben zu einem etwa 10 Mm. breiten etwas federnden Rande nach innen eingebogen, und auf diesen legt sich der vorspringende Rand der Deckplatte des Behälters *W* auf.

Der eine Fuss von *F* trägt vermittelst eines Armes eine kreisrunde Platte *w*, auf welche die dem Prober beigegebene Spirituslampe *L* mittelst eines übergreifenden Randes centrisch aufgesetzt werden kann. Die Dochthülse der Lampe *L* ist von dem Boden des Behälters *W* 25 Mm. entfernt.

6. Das in das Gefäss *G* einzusenkende Thermometer t_1, welches zur Bestimmung der Entflammungstemperatur dient, ist ein oben zugeschmolzenes Einschlussthermometer mit kugelförmigem Quecksilbergefäss; an die gläserne Umschlussröhre derselben ist ein ringförmiger Glaswulst v_1 angeschmolzen; bis zu diesem wird das Thermometer in eine Messinghülse w_1 eingesetzt und darin festgekittet. Die Messinghülse w_1 passt in das auf dem Deckel *D* befindliche Ansatzrohr a_2, in welches sie sich bis zu ihrem vorspringenden Rande (vergl. Fig. 51) einschieben lässt. Die Dicke dieses letzteren vorspringenden Randes und der Abstand des Glaswulstes v_1 von der Quecksilberkugel sind so gegen einander abzupassen, dass das Ende

des Ansatzrohres a_1 vom Mittelpunkt der Kugel des eingesetzten Thermometers 53 Mm. entfernt ist.

Die Milchglasscale des Thermometers t_1 ist gegen jede Möglichkeit einer Verrückung zu sichern, was z. B. in der aus Fig. 51 ersichtlichen Weise geschieht.

Die Scale ist in halbe Grade des hunderttheiligen Thermometers eingetheilt; die Theilung reicht von + 10 bis mindestens + 35° C.; das Intervall von einem Grad hat eine Länge von wenigstens 2 Mm.; der unterste Theilstrich muss wenigstens 10 Mm. oberhalb der Oberkante des Glaswulstes v_1 liegen.

7. Das in den Wasserbehälter W einzusenkende Thermometer t_2, welches zur Regulirung der Temperatur des Wasserbades dient, ist ein ebenfalls mit angeschmolzenem Glaswulst versehenes Einschlussthermometer von ähnlicher Beschaffenheit, wie das Thermometer t_1, nur hat sein Quecksilbergefäss eine cylindrische Form; die Dicke des vorspringenden Randes der aufgekitteten Hülse w_2 und der Abstand des Glaswulstes v_2 vom Gefäss sind hier so gegen einander abzupassen, dass der obere Rand des Ansatzrohres a_2 von der Mitte des Quecksilbergefässes etwa 65 Mm. absteht.

Die Scale ist in ganze Grade des hunderttheiligen Thermometers eingetheilt, die Theilung reicht von + 50 bis + 60° C., bei 55° C. ist der Theilstrich roth eingelassen; der unterste Theilstrich muss wenigstens 10 Mm. oberhalb der oberen Fläche des Glaswulstes v_2 liegen. Das Capillarrohr soll oben eine Erweiterung haben.

Anweisung für die Untersuchung des Petroleum auf seine Entflammbarkeit mittelst des Abel'schen Petroleumprobers.

I. Vorbereitungen.

1. Wahl des Arbeitsraumes. Für die Untersuchung des Petroleums ist ein möglichst zugfreier Platz in einem Arbeitsraum von der mittleren Temperatur bewohnter Zimmer zu wählen.

2. Behandlung des Petroleums vor Beginn der Untersuchung. Das Petroleum ist vor der Untersuchung

in einem geschlossenen Behälter innerhalb des Arbeitsraumes genügend lange aufzubewahren, so dass es nahezu die Temperatur des letzteren angenommen hat.

3. Ablesung des Barometerstandes und Festsetzung des Wärmegrades, bei welchem das Proben zu beginnen hat. Vor Beginn der Untersuchung wird der Stand eines geeigneten, im Arbeitsraume befindlichen Barometers in ganzen Millimetern abgelesen und auf Grund desselben aus nachfolgender Tafel derjenige Wärmegrad des Petroleums (s. Nr. 12) ermittelt, bei welchem das Proben durch das erste Oeffnen des Schiebers zu beginnen hat.

Bei einem Barometerstande					erfolgt der Beginn des Probens		
von	685	bis einschliesslich	695	Mm.	bei	+ 14,0°	C.
von mehr als	695	„	705	„	„	14,5°	„
„ „ „	705	„	715	„	„	15,0°	„
„ „ „	715	„	725	„	„	15,5°	„
„ „ „	725	„	735	„	„	16,0°	„
„ „ „	735	„	745	„	„	16,0°	„
„ „ „	745	„	755	„	„	16,5°	„
„ „ „	755	„	765	„	„	17,0°	„
„ „ „	765	„	775	„	„	17,0°	„
„ „ „	775	„	785	„	„	17,5°	„

4. Ermittelung des massgebenden Entflammungspunktes. Weicht der gemäss Nr. 3 gefundene Barometerstand von dem in § 1 der Verordnung vom 24. Februar 1882 bezeichneten Normal-Barometerstande (760 Mm.) um mehr als 2½ Mm. nach oben oder unten ab, so ist noch derjenige Wärmegrad zu ermitteln, welcher gemäss § 2, Absatz 2 daselbst bei dem jeweiligen Barometerstande dem Normal-Entflammungspunkte (21° C. bei 760 Mm) entspricht und massgebend ist. Zu diesem Zwecke sucht man in der obersten Zeile der Umrechnungstabelle — Seite 425 — die der Höhe des beobachteten Barometerstandes am nächsten kommende Zahl auf und geht in der mit dieser Zahl überschriebenen Spalte bis zu der durch Zwischenräume hervorgehobenen Zeile hinab. Die Zahl, auf welche man in dieser Zeile trifft, bezeichnet den

massgebenden Wärmegrad, unter welchem das Petroleum entflammbare Dämpfe nicht abgeben darf, wenn es nicht den Beschränkungen in § 1 der Verordnung vom 24. Februar 1882 unterliegen soll. (Beispiele: Zeigt das Barometer einen Stand von 742 Mm. an, so liegt der massgebende Wärmegrad bei 20,3° C., zeigt es jedoch 744 Mm., so liegt derselbe bei 20,5° C.)

5. Aufstellung des Probers. Nach Ausführung der in Nr. 3 und 4 vorgeschriebenen Ermittelungen wird der Prober, zunächst ohne das Petroleumgefäss, so aufgestellt, dass die rothe Marke des in den Wasserbehälter eingehängten Thermometers sich nahezu in gleicher Höhe mit den Augen des Untersuchenden befindet.

6. Füllung des Wasserbehälters und Vorwärmung des Bades. Hierauf wird der Wasserbehälter durch den Trichter mit Wasser von + 50° bis + 52° C. soweit gefüllt, dass dasselbe anfängt durch das Abflussrohr abzulaufen.

Ist das Wasser von der erforderlichen Wärme anderweitig nicht zu beschaffen, so kann man den Wasserbehälter des Probers selbst, unter Anwendung der beigegebenen Spirituslampe oder eines Gasbrenners oder dergleichen, dazu benutzen, das Wasser vorzuwärmen. Bei dieser Art der Vorwärmung ist aber jedenfalls eine Ueberhitzung des Tragringes am Dreifusse zu vermeiden.

7. Füllung der Zündungslampe. Die mit einem rund geflochtenen Dochte versehene Zündungslampe wird mit loser Watte angefüllt und so lange Petroleum auf die Watte gegossen, bis diese und der Docht sich gehörig vollgesogen haben. Hierauf wird der nicht angesogene Ueberschuss an Petroleum durch Auftupfen mit einem Tuch entfernt, die Watte aber in der Lampe belassen. Die Mündung der Dochttülle ist zugleich von etwa anhaftendem Russe zu befreien.

8. Reinigung des Petroleumgefässes und seines Deckels, sowie des zugehörigen Thermometers; Behandlung des Petroleum unmittelbar vor der Einfüllung. Das Petroleumgefäss und sein Deckel nebst zuge-

hörigem Thermometer werden nunmehr, jedes für sich, gut gereinigt und erforderlichen Falles mit Fliesspapier getrocknet.

Der Schluss der Vorbereitungen besteht darin, dass das Petroleum, falls seine Temperatur (s. Nr. 2) nicht mindestens 2 Grad unter dem gemäss Nr. 3 ermittelten Wärmegrade liegt, bis zu 2 Grad unter letzterem abgekühlt wird. Das Gefäss ist auf dieselbe Temperatur zu bringen, wie das Petroleum, und, falls es zu diesem Zwecke in Wasser getaucht wurde, aufs neue sorgfältig zu trocknen.

II. Das Proben.

9. Erwärmung des Wasserbades auf + 54,5—55° C. Nach Beendigung aller Vorbereitungen und nach genügender Vorwärmung des Wasserbades wird dieses mit Hülfe der Spirituslampe auf den durch eine rothe Marke an dem Thermometer des Wasserbehälters hervorgehobenen Wärmegrad von + 54,5 bis 55° C. gebracht.

10. Befüllung des Petroleumgefässes und Aufsetzung des Deckels. Inzwischen wird das Petroleum mit Hülfe der Glaspipette behutsam in das Gefäss so weit eingefüllt, dass die äusserste Spitze der Füllungsmarke sich eben noch über den Flüssigkeitsspiegel erhebt. Eine Benetzung der oberhalb der Marke liegenden Seitenwandungen des Gefässes ist unter allen Umständen zu vermeiden; sollte sie trotz aller Vorsicht erfolgt sein, so ist das Gefäss sofort zu entleeren, sorgfältig auszutrocknen und mit frischem Petroleum zu befüllen. Etwaige an der Oberfläche des Petroleums sich zeigende Blasen werden mittelst der frischen Kohlenspitze eines eben ausgebrannten Streichhölzchens vorsichtig entfernt.

Unmittelbar nach der Einfüllung wird der Deckel auf das Gefäss gesetzt.

Vorher ist das Thermometer t_1 in das auf dem Deckel vorgesehene Ansatzrohr so weit einzuschieben, bis der vorspringende Rand seiner Hülse sich auf das Ansatzrohr auflegt. Der Deckel wird so auf das Gefäss aufgesetzt, dass der Rand des letzteren an die Deckelplatte anstösst; hierbei ist darauf zu achten, dass die unterhalb des Triebwerks befindliche Ebonit-

platte *e* (Fig. 51) nicht auf die Knöpfe *K* des Gefässes aufzuliegen kommt und dadurch ein vollständiges Aufsetzen des Deckels auf das Gefäss unmöglich macht.

11. Einhängung des Petroleumgefässes. Das befüllte Petroleumgefäss wird hierauf mit Vorsicht und ohne das Petroleum zu schütteln, in den Wasserbehälter eingehängt, nachdem constatirt ist, dass der Wärmegrad des Wasserbades + 55° C. beträgt. Die Spirituslampe wird nach dieser Constatirung ausgelöscht.

Hatte die Wärme des Wasserbades 55° C. bereits überschritten, so ist sie durch Nachgiessen kleiner Mengen kalten Wassers in den Trichter des Wasserbehälters bis auf 55° C. zu erniedrigen.

12. Entzündung des Zündflämmchens und Aufzug des Triebwerkes. Nähert sich die Temperatur des Petroleum in dem Petroleumgefässe dem gemäss Nr. 3 ermittelten Wärmegrade, so brennt man das Zündflämmchen an und regulirt dasselbe dahin, dass es, seiner Grösse nach, der auf dem Gefässdeckel befindlichen weissen Perle ungefähr gleichkommt.

Ferner zieht man das Triebwerk auf, indem man den Knopf desselben in der Richtung des darauf markirten Pfeiles bis zum Anschlag dreht.

13. Das eigentliche Proben. Sobald das Petroleum den für den Anfang des Probens vorgeschriebenen Wärmegrad erreicht hat, drückt man mit der Hand gegen den Auslösungshebel des Triebwerks, worauf der Drehschieber seine langsame und gleichmässige Bewegung beginnt und in zwei vollen Zeitsecunden beendet.

Während dieser Zeit beobachtet man, indem man jede störende Luftbewegung, namentlich auch das Athmen gegen den Apparat, vermeidet, das Verhalten des der Oberfläche des Petroleum sich nähernden Zündflämmchens.

Nachdem das Triebwerk zur Ruhe gekommen, wird es sofort von neuem aufgezogen, und man wiederholt die Auslösung des Triebwerks und den Zündungsversuch, sobald das

Thermometer im Petroleumgefäss um einen halben Grad weiter gestiegen ist. Dies wird von halbem zu halbem Grad so lange fortgesetzt, bis eine Entflammung erfolgt.

Das Zündflämmchen wird sich besonders in der Nähe des Entflammungspunktes durch eine Art von Lichtschleier etwas vergrössern, doch bezeichnet erst das blitzartige Auftreten einer grösseren blauen Flamme, welche sich über die ganze freie Fläche des Petroleums ausdehnt, das Ende des Versuchs und zwar auch dann, wenn das in vielen Fällen durch die Entflammung verursachte Erlöschen des Zündflämmchens nicht eintritt.

Derjenige Wärmegrad, bei welchem die Zündvorrichtung zum letzten Male, d. h. mit deutlicher Entflammungswirkung in Bewegung gesetzt wurde, bezeichnet den Entflammungspunkt des untersuchten Petroleums.

III. Wiederholungen des Probens und Schluss der Prüfungen.

14. Wiederholung des Probens. Nach der Beendigung des ersten Probens ist die Prüfung in der vorgeschriebenen Weise mit einer anderen Portion desselben Petroleum zu wiederholen. Zuvor lässt man den erwärmten Gefässdeckel abkühlen, während dessen man das Petroleumgefäss zu entleeren, in Wasser abzukühlen, auszutrocknen und frisch zu beschicken hat.

Auch das in das Gefäss einzusenkende Thermometer und der Gefässdeckel sind vor der Neubeschickung des Petroleumgefässes sorgfältig mit Fliesspapier zu trocknen, insbesondere sind auch alle etwa den Deckel oder den Schieberöffnungen noch anhaftenden Petroleumspuren zu entfernen.

Vor der Einsetzung des Gefässes in den Wasserbehälter wird das Wasserbad mittelst der Spirituslampe wieder auf 55° C. erwärmt.

15. Anzahl der erforderlichen Wiederholungen. Ergiebt die wiederholte Prüfung einen Entflammungspunkt, welcher um nicht mehr als einen halben Grad von dem zuerst gefundenen abweicht, so nimmt man den Mittelwerth der beiden Zahlen als den scheinbaren Entflammungspunkt

an, d. h. als denjenigen Wärmegrad, bei welchem unter dem jeweiligen Barometerstande die Entflammung eintritt.

Beträgt die Abweichung des zweiten Ergebnisses von dem ersten einen Grad oder mehr, so ist eine nochmalige Wiederholung der Prüfung erforderlich. Wenn alsdann zwischen den drei Ergebnissen sich grössere Unterschiede als 1 1/2 Grad nicht vorfinden, so ist der Durchschnittswerth aus allen drei Ergebnissen als scheinbarer Entflammungspunkt zu betrachten.

Sollten ausnahmsweise sich stärkere Abweichungen zeigen, so ist, sofern es sich nicht um sehr leichtes, beim ersten Oeffnen des Schiebers entflammtes und deshalb unzweifelhaft zu verwerfendes Petroleum handelt, die ganze Untersuchung des Petroleums auf seine Entflammbarkeit zu wiederholen.

Vorher ist jedoch der Prober und die Art seiner Anwendung einer gründlichen Revision zu unterziehen. Dieselbe hat sich wesentlich auf die Richtigkeit der Aufsetzung des Gefässdeckels, der Einsenkung des Thermometers in das Gefäss und der Einhängung der Zündungslampe, sowie auf die hinreichende Ausführung der Reinigung aller einzelnen Apparattheile zu erstrecken.

16. Schluss. Ist der gemäss Nr. 15 gefundene, dem Mittelwerthe der wiederholten Untersuchungen entsprechende Entflammungspunkt niedriger als der gemäss Nr. 4 ermittelte massgebende Entflammungspunkt, so ist das untersuchte Petroleum den Beschränkungen des § 1 der Verordnung vom 24. Februar 1882 unterworfen.

Will man noch denjenigen Entflammungspunkt ermitteln, welcher bei Zugrundelegung des normalen Barometerstandes (760 Mm.) an die Stelle des unter dem jeweiligen Barometerstande gefundenen Entflammungspunktes treten würde, so sucht man zunächst in der, dem letzteren Barometerstande entsprechenden Spalte der Umrechnungstabelle — Seite 425 — diejenige Gradangabe, welche dem beobachteten Entflammungspunkte am nächsten kommt. Hierbei werden Bruchtheile von einem halben Zehntel oder mehr für ein volles Zehntel gerechnet, geringere

Umrechnungstabelle.

Die Tabelle dient zur Ermittelung des massgebenden Entflammungspunktes und zur Umrechnung des bei irgend einem Barometerstand gefundenen Entflammungspunktes auf den bei normalem Barometerstand ihm entsprechenden Entflammungspunkt. Anweisung zum Gebrauch der Tabelle findet sich Seite 419 und 424.

Barometerstand in Millimetern.

685	690	695	700	705	710	715	720	725	730	735	740	745	750	755	760	765	770	775	780	785
Entflammungspunkte nach Graden des hundertheiligen Thermometers.																				
16,4	16,6	16,7	16,9	17,1	17,3	17,4	17,6	17,8	18,0	18,1	18,3	18,5	18,7	18,8	**19,0**	19,2	19,4	19,5	19,7	19,9
16,9	17,1	17,2	17,4	17,6	17,8	17,9	18,1	18,3	18,5	18,6	18,8	19,0	19,2	19,3	**19,5**	19,7	19,9	20,0	20,2	20,4
17,4	17,6	17,7	17,9	18,1	18,3	18,4	18,6	18,8	19,0	19,1	19,3	19,5	19,7	19,8	**20,0**	20,2	20,4	20,5	20,7	20,9
17,9	18,1	18,2	18,4	18,6	18,8	18,9	19,1	19,3	19,5	19,6	19,8	20,0	20,2	20,3	**20,5**	20,7	20,9	21,0	21,2	21,4
18,4	18,6	18,7	18,9	19,1	19,3	19,4	19,6	19,8	20,0	20,1	20,3	20,5	20,7	20,8	**21,0**	21,2	21,4	21,5	21,7	21,9
18,9	19,1	19,2	19,4	19,6	19,8	19,9	20,1	20,3	20,5	20,6	20,8	21,0	21,2	21,3	**21,5**	21,7	21,9	22,0	22,2	22,4
19,4	19,6	19,7	19,9	20,1	20,3	20,4	20,6	20,8	21,0	21,1	21,3	21,5	21,7	21,8	**22,0**	22,2	22,4	22,5	22,7	22,9
19,9	20,1	20,2	20,4	20,6	20,8	20,9	21,1	21,3	21,5	21,6	21,8	22,0	22,2	22,3	**22,5**	22,7	22,9	23,0	23,2	23,4
20,4	20,6	20,7	20,9	21,1	21,3	21,4	21,6	21,8	22,0	22,1	22,3	22,5	22,7	22,8	**23,0**	23,2	23,4	23,5	23,7	23,9
20,9	21,1	21,2	21,4	21,6	21,8	21,9	22,1	22,3	22,5	22,6	22,8	23,0	23,2	23,3	**23,5**	23,7	23,9	24,0	24,2	24,4
21,4	21,6	21,7	21,9	22,1	22,3	22,4	22,6	22,8	23,0	23,1	23,3	23,5	23,7	23,8	**24,0**	24,2	24,4	24,5	24,7	24,9
21,9	22,1	22,2	22,4	22,6	22,8	22,9	23,1	23,3	23,5	23,6	23,8	24,0	24,2	24,3	**24,5**	24,7	24,9	25,0	25,2	25,4
22,4	22,6	22,7	22,9	23,1	23,3	23,4	23,6	23,8	24,0	24,1	24,3	24,5	24,7	24,8	**25,0**	25,2	25,4	25,5	25,7	25,9

Bruchtheile aber unberücksichtigt gelassen. In der Zeile, in welcher die hiernach berechnete Gradangabe steht, geht man bis zu derjenigen Spalte, welche oben mit 760 überschrieben ist (der Spalte der fettgedruckten Zahlen). Die Zahl, bei welcher jene Zeile und diese Spalte zusammentreffen, zeigt den gewünschten, auf den Normal-Barometerstand umgerechneten Entflammungspunkt an.

Beispiel. Der Barometerstand betrage 727 Millimeter. Da eine besondere Spalte für 727 Mm. in der Tabelle nicht vorhanden ist, so ist die mit 725 Mm. überschriebene Spalte massgebend. Das erste Proben habe ergeben 19,0° C., das zweite 20,5° C., das hiernach erforderte dritte 19,5° C. Der Durchschnittswerth beträgt somit 19,67° C. Derselbe wird abgerundet auf 19,7° C. In der mit 725 überschriebenen Spalte findet man als der Zahl 19,7 am nächsten kommend die Zahl 19,8. In der Zeile, in welcher diese Zahl steht, findet man jetzt in der mit 760 überschriebenen Spalte die fettgedruckte Zahl 21,0. Die letztere ist somit der auf den Normal-Barometerstand umgerechnete Entflammungspunkt des untersuchten Petroleums.

Es möge hier nicht unerwähnt bleiben, dass nach F. Abel und B. Kidwood dieselben Petroleumsorten nach der Abel-schen Methode untersucht, in tropischen Klimaten andere Resultate der Entflammungstemperatur geben und zwar um 3 bis 4° C. niedriger als in gemässigten Klimaten. Dies wird zum grossen Theile dadurch bedingt, dass bei der höheren Temperatur im tropischen Klima die weniger flüchtigen Kohlenwasserstoffe die leicht flüchtigen nicht so fest in Lösung halten und letztere dann in Folge der Bewegung des Petroleum beim Eingiessen etc. in den Apparat entweichen.

Ein Apparat, der ungleich genauere Resultate giebt als der umständliche Abel'sche Apparat, ist der von Prof. Dr. Heumann — D. R. P. 25185 — construirte, welcher von der Firma E. Leybold's Nachfolger in Köln a/Rh. zu beziehen und in der Fig. 56 — Seite 428 — abgebildet ist.

Der Heumann'sche Apparat giebt dieselbe Entflammungstemperatur wie die vom Kais. Deutschen Aichamt geaichten Abel'schen Apparate und kann ohne vorherige Einübung auch von Leuten, welchen derartige Arbeiten ganz ungewohnt sind, mit grösster Leichtigkeit und Sicherheit zur Bestimmung des Entflammungspunktes des Petroleums benutzt werden, sofern der Arbeiter nur im Stande ist, ein Thermometer abzulesen. Der wesentliche Vorzug des Apparates vor allen bis jetzt construirten besteht aber darin, dass die bei der Fabrikation unvermeidlich auftretenden Schwankungen in den Dimensionen der Apparatentheile, welche bei dem Abel'schen Prober die minutiöseste Controle seitens des Aichamtes erfordern, ohne jeden Einfluss auf das Resultat sind, da sowohl die Grösse des Wasserbades, des Oelgefässes etc. innerhalb sehr weiter Grenzen beliebig variirt, als auch die Grösse der Heiz- und Zündflamme verdoppelt, die Temperatur des Wassers um viele Grade abgeändert werden kann etc., ohne das Resultat zu beeinflussen. Es ist ferner zu berücksichtigen, dass die nachtheilige Wirkung der allmählichen Diffusion der Petroleumdämpfe von unten nach oben dadurch aufgehoben wird, dass die ganze Menge der über dem Oelspiegel in dem Gefässe vorhandenen Luft, deren Menge zum Volumen des Oeles in bestimmtem Verhältnisse, z. B. 1 : 1 steht, mit den sich bildenden Oeldämpfen durch eine Rührvorrichtung *C* bis zum Momente der Explosion stetig gemischt wird.

Während der Entflammungspunkt, welchen der Abel'sche Prober zeigt, ein Resultat der ganz zufälligen, nun aber bestimmt vorgeschriebenen Dimensionen desselben ist, giebt der neue Apparat an, bis zu welcher Temperatur eine Petroleumsorte durch und durch erhitzt werden muss, damit die abgegebenen Dämpfe eben hinreichen, ein dem Petroleum gleiches Volumen Luft in ein explodirbares Gemenge zu verwandeln. Der so gefundene Entflammungspunkt hat daher eine von Zufälligkeiten, wie Stellung des Thermometers, Differenz zwischen Zündflamme und Oeloberfläche etc. unabhängige Bedeutung.

Der Apparat ist von grosser Einfachheit. In das blecherne Wasserbad *A* wird das etwas dickwandige gläserne Petroleum-

gefäss B direct eingesetzt. Letzteres ist ungefähr nach einem dem Apparate beigegebenen Masse bis zur Hälfte zu füllen und mit dem Hartgummi = Ebonit-Deckel mittelst der Schrauben E zu verschliessen, welcher Thermometer G, Rührwerk C und Zündwerk D trägt. Das Rührwerk C hat schräg gestellte Schaufeln von Messingblech und rührt das Petroleum für sich und das Dampfluftgemenge für sich. Die Zündvorrichtung besteht aus einem mehrmals gebogenen Messingröhrchen $D\,F$, in welches seitwärts am Knopf F Leuchtgas oder ein aus Luft und Petroleumätherdampf einfach zubereitetes Gasgemisch geleitet wird. Das bei D ausströmende Gas wird hier entzündet und liefert ein ungefähr 5 Mm. hohes Flämmchen. Ein Hartgummischeibchen unter der Zündöffnung schliesst die im Deckel befindliche Oeffnung mittelst Federkraft von unten ab.

Fig. 56.



Heumann's Petroleumprüfer.

A Wasserbad. B Oelbehälter. C Rührer. D Zündflamme. E Schrauben. F Knopf mit Feder. G Thermometer.

Beim Gebrauche des Apparates darf das zu untersuchende Petroleum nicht wärmer als 18° C. sein, andernfalls muss es durch Wasser oder eine Kältemischung gekühlt werden. Das Wasser für das Wasserbad kann eine Temperatur von 21° C. haben und ist bis zur Marke einzufüllen; auch kann kälteres Wasser eingegossen werden und dieses durch die Spirituslampe erhitzt und unter Umrühren mit dem Mischer auf eine Temperatur von 21° C. gebracht werden.

Ist der Apparat gefüllt und alles Erforderliche in Ordnung, so wird zuerst eine Vorprobe gemacht, d. h. es wird die Kurbel D von Zeit zu Zeit einige Male herumgedreht und das Thermo-

meter beobachtet. Sobald dasselbe 18° C. zeigt, wird der erste Zündungsversuch folgendermassen ausgeführt:

Die Kurbel wird über dem Pfeil auf der Hartgummiklappe angehalten, dann drückt man unmittelbar darauf — ohne Zeit zu verlieren — den Knopf ziemlich rasch so weit als möglich nieder und lässt ihn sofort — ohne anzuhalten — wieder aufsteigen, doch nicht mit Heftigkeit aufschnellen.

Lieferte das Petroleum schon bei 18° C. oder darunter entzündliche Dämpfe, so wird das Zündflämmchen beim Niedertauchen in das Glasgefäss durch die entflammten explosiven Gase ausgeblasen. Anderen Falles ergreift man sofort wieder die Kurbel und dreht dieselbe langsam herum, jedenfalls nicht so rasch, dass der Rührer Sprudeln verursacht. Sobald das Thermometer auf 19° C. gestiegen ist, wird der Zündversuch wiederholt. Brennt das Zündflämmchen fort, so wird alsbald weiter gerührt und von Grad zu Grad die Zündung versucht, bis endlich die entflammten explosiven Gase das eingetauchte Zündflämmchen ausblasen.

Hauptprobe. Das Glasgefäss wird entleert und durch Untertauchen in kaltes Wasser gekühlt. (Es ist nicht nöthig, die innere Wandung nach dem Ausgiessen des Wassers abzutrocknen.)

Das Wasser des Wasserbades wird durch Eingiessen von etwas kaltem Wasser wieder auf 21° C. gebracht. Das über dem Markstrich stehende Wasser ist abzugiessen oder auszuschöpfen.

Das Glasgefäss wird wie früher mit frischem Petroleum gefüllt und in das Wasserbad eingesetzt. Die Zündflamme ist anzuzünden und das Thermometer in den Deckel zu setzen wie oben. Von Zeit zu Zeit dreht man den Rührer einige Male und beobachtet das Thermometer.

2° C. unter der bei der Vorprobe gefundenen Entzündungstemperatur führt man den ersten Zündungsversuch aus, rührt dann sofort und ununterbrochen langsam um und prüft von Neuem sobald das Thermometer um einen

halben Grad gestiegen ist und so fort, bis das Zündflämmchen beim Eintauchen ausgeblasen wird. Die zuletzt abgelesene Temperatur giebt den Entflammungspunkt des Petroleums an, identisch mit dem vom Kaiserl. Deutschen Aichamt geaichten Abel'schen Apparat.

Der Sicherheit wegen ist die Hauptprobe zu wiederholen. Die Differenz ist meist Null, höchstens könnte sie einen halben Grad betragen. Im letzteren Fall ist das Mittel als gültig anzunehmen.

Sollte einmal in Folge eines Fehlers 1° Differenz vorkommen, so ist eine dritte Hauptprobe auszuführen, und wenn die grösste Differenz nicht über 1° beträgt, das Mittel zu nehmen. Ist die Differenz grösser, so ist die ganze Versuchsreihe zu wiederholen, dabei aber besser darauf zu achten, dass das Petroleum zwischen den einzelnen Versuchen durch Verdunstung seine Zusammensetzung nicht ändert. Ist die Flasche nur halb gefüllt, oder wird der Versuch nicht unmittelbar nach dem Einfüllen des Oeles in das Glasgefäss des Apparates ausgeführt, so gehen, besonders bei warmer Zimmertemperatur, leicht Dämpfe aus dem Petroleum verloren.

Bevor eine andere Petroleumsorte in dem Apparat geprüft wird, muss das Innere des in Wasser gekühlten Glasgefässes, die untere Fläche des Hartgummideckels sammt Thermometer und die Rührvorrichtung mit Fliesspapier gut abgetrocknet werden.

Nach dem deutschen Reichsgesetz unterliegt ein Petroleum, dessen Entflammungspunkt bei einem Barometerstand von 760 Mm. unter 21° C. liegt, den Beschränkungen des § 1 der Verordnung vom 24. Februar 1882, darf also nicht zum Speisen der Lampen und Petroleumkochherde im Detail verkauft werden.

Ist der Entflammungspunkt bei einem anderen Barometerstand als 760 Mm. geprüft worden, so findet man den an die Stelle von 21° C. tretenden massgebenden Entflammungspunkt, indem man in der Tabelle — Seite 425 — diejenige Vertialcolonne aufsucht, welche mit einem dem herrschenden am nächsten kommenden Barometerstand überschrieben ist, und bis zu der durch Zwischenräume hervorgehobenen Horizontalreihe herabgeht. Die hier stehende Zahl ist der

massgebende Entflammungspunkt. Ist der beobachtete mittlere Entflammungspunkt niedriger als jener, so ist das Petroleum zu verwerfen.

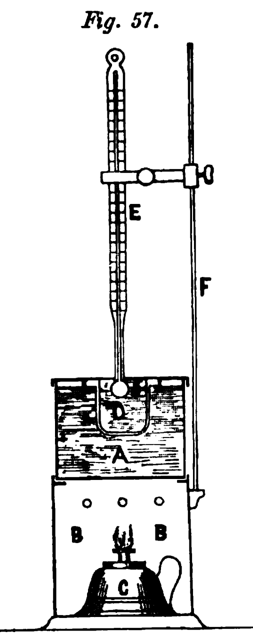
Aus der Tabelle — Seite 425 — kann man auch denjenigen Entflammungspunkt erfahren, welchen das untersuchte Petroleum bei 760 Mm. Barometerstand zeigen würde.

Dadurch, dass eine Veränderung des Barometerstandes den Grad der Entflammbarkeit ändert, indem beispielsweise ein Petroleum, welches unter einem Barometerstande von 760 Mm. bei 20° C. Abel test entflammbare Dämpfe entweichen lässt, solche unter einem Barometerstande von 750 Mm. bereits bei 19° C. abgiebt, so ist bei jeder Untersuchung des Petroleum auf seinen Entflammungspunkt der Luftdruck zu berücksichtigen. Sonst würde Petroleum, welches an der See bei hohem Barometerstande als vorschriftsmässig befunden ist, im höher gelegenen Binnenlande bei niedrigerem Barometerstande als unzulässig zurückgewiesen werden — eine Eventualität, welche den Petroleumhandel aufs Empfindlichste schädigen müsste; zumal in Deutschland in Folge der verschiedenen Höhenlagen der Barometerstand ein sehr verschiedener ist und auch an demselben Orte oft nicht unbeträchtlich schwankt. Zur Vereinfachung der Berechnung ist eben dem Abel'schen und Heumann'schen Apparate eine für beide Apparate gleiche Umrechnungstabelle beigefügt, welche leicht erkennen lässt, welcher Wärmegrad in jedem Falle entscheidend ist. Es ist wohl nur noch eine Frage der Zeit, dass der so leicht zu handhabende Heumann-sche Apparat neben dem Abel'schen Prober behördlich gestattet werden wird.

Da bis vor wenigen Jahren die Qualität des nach Deutschland eingeführten amerikanischen Petroleum nach dem sogenannten **fire test** angegeben wurde, so soll dieses ursprüngliche und roheste Verfahren einer Entflammungsprobe hier nicht übergangen werden; es ist noch jetzt in den Raffinerien Pennsylvaniens allgemein üblich und besteht darin, dass in einem Blechtöpfchen Wasser mittelst einer Spiritusflamme bis zu einer bestimmten Temperatur, z. B. bis zu 110° F. = 43,3° C. allmählich und gleichmässig erwärmt wird. Auf das erwärmte Wasser wird

eine kleine Quantität Petroleum gegossen, das durch Umrühren die Temperatur des Wassers erhält. Das leichtere Petroleum steigt wieder an die Wasseroberfläche, worauf ein brennender Span vorsichtig der Oelschicht genähert wird. Fangen die entweichenden Gase nicht Feuer, so ist der **fire test** bei 110° F. erreicht. Wiederholungen dieses Verfahrens geben nur bei überaus geschickter und umsichtiger Handhabung einigermassen übereinstimmende Resultate; dass die beigemischten Wasserdämpfe erhebliche Fehler verursachen ist erklärlich.

Fig. 57.



Tagliabue-Prober.

A Wasserbehälter. *B* Gestell. *C* Lampe. *D* Oelgefäss. *E* Thermometer. *F* Stange mit verschiebbarer Klemme.

Ausser den in Deutschland gebräuchlichen Apparaten mögen noch einige andere hier Platz finden, so mit offnem Petroleumbehälter der Tagliabue und der Saybolt-Tester, ferner als ein Apparat, bei welchem die Dampfspannung gemessen wird, der Salleron-Urbain-Tester.

Der alte **Tagliabue-Prober** — Fig. 57 — ist vor Einführung des Abel'schen Probers vielfach in Deutschland mit unwesentlichen Veränderungen unter verschiedenen Namen in Anwendung gewesen und diente auch früher fast ausschliesslich zur Controle des Petroleum in den Vereinigten Staaten.

Aus Fig. 57 ergiebt sich schon die Erklärung:

Der Wasserbehälter *A* wird soweit mit Wasser gefüllt, dass bei eingehängtem gläsernen Petroleumgefäss *D* dieses bis an den Rand ins Wasser eintaucht; darauf wird der Oelbehälter *D* gleichfalls bis nahe an den Rand mit Oel gefüllt und der Thermometer soweit eingehängt, dass das Quecksilbergefäss vollständig benetzt wird. Endlich wird die Spirituslampe *C* angesteckt und mit einer möglichst kleinen Flamme das Wasser auf

eine Temperatur von 90° F. = 32° C. gebracht, man ziehe dann die Lampe weg und beobachte, bis das Quecksilber im Thermometer nicht mehr steigt, das Oel also eine bestimmte Temperatur angenommen hat; sobald das der Fall ist, wird ein fein zugespitztes nur mit einer kleinen Flamme brennendes Holzstäbchen, am besten Eichen- oder Buchenholzstäbchen in mittlerer Klavierdrahtstärke oder auch eine ganz kleine Gasflamme langsam und ruhig circa 10—15 Mm. über der Oberfläche des Petroleum hin und her bewegt; findet das erste Mal noch keine Entflammung statt, so wird der Versuch unter langsamer Steigerung der Temperatur des Wassers wiederholt, und die Lampe zeitweise wieder weggezogen. Die Temperatur des Wasserbades ist höchstens um 5° C. der des Oeles voraus, es lässt sich also bei einiger Uebung langsam von Grad zu Grad die Temperatur des Oeles steigern (es ist aber wesentlich, dass nach Entfernung der Lampe der Quecksilberstand stationär bleibt), bis ein kurzes von selbst wieder erlöschendes Aufflammen eintritt. Luftbläschen, welche sich etwa an den Rändern des Oelgefässes ansetzen, sind durch ein noch heisses verkohltes Stückchen Holz zu entfernen und selbstverständlich ist die Oberfläche des Petroleum während der ganzen Probe vor Luftzug zu hüten.

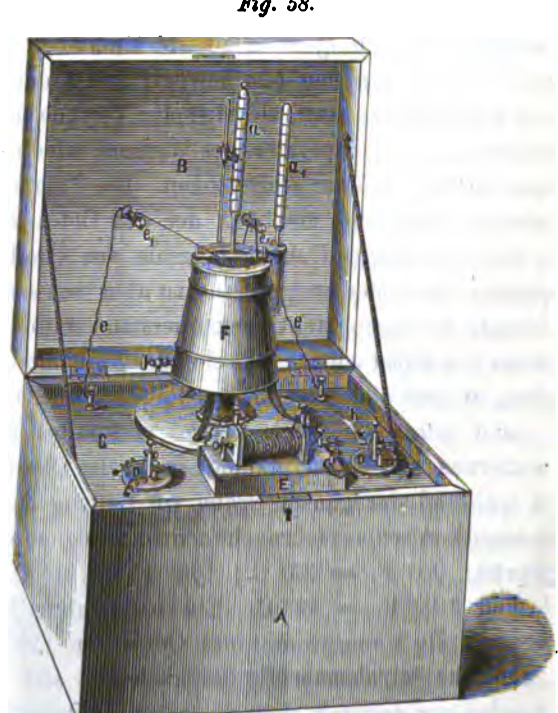
Nach amerikanischem Gebrauche wird bei folgenden Wärmegraden geprüft: 95° F. = 35° C.; 100° F. = 38° C.; 104° F. = 40° C. und 108° F. = 42° C. Ein sogenannter Flash auf 108° F. bedingt die Feuerprobe eines Oeles von 110° F.

Der **Dänische Petroleumprüfer** unterscheidet sich von dem vorhergehenden nur dadurch, dass das gläserne Oelgefäss durch ein Kupfergefäss ersetzt ist; bei der Prüfung selbst wird das Gefäss nur halb gefüllt.

Es ist bereits oben erwähnt worden, dass in Amerika auch der **Saybolt-Tester** in Gebrauch ist (zu beziehen von Lockwood Brothers and Holly, New-York, 62 Beaverstreet) und zwar bedienen die amerikanischen Petroleuminspectoren sich jetzt mit Vorliebe dieses Apparates; er unterscheidet sich vom offnen Tagliabue'schen Apparate nur dadurch, dass an Stelle des Spanflämmchens ein electrischer Funke in Wirksamkeit tritt. Der Apparat ist in Fig. 58 mit allem Zubehör dargestellt.

A ist ein 40 Cm. langer, 38 Cm. breiter und 24 Cm. hoher Holzkasten mit Deckel *B* und dem herausnehmbaren Zwischenboden *C*, unter welchem sich im geschlossenen Zustande die nothwendigen Utensilien befinden, die beim Gebrauch oben aufgestellt werden können. *D D* sind die Deckel der im Kasten

Fig. 58.



Saybolt-Tester.

A Holzkasten. *B* Deckel. *C* Zwischenboden. *D* Chromsäureelemente. *E* Inductionsapparat. *F* Wasserbad. *a* Thermometer. *b* Petroleumbehälter. *c* Balken. *d* Messingstifte. *e* Leitungsdrähte. *f* Messingstreifen. *h* Stromunterbrecher.

befindlichen Chromsäureelemente und befindet sich darauf der Stromunterbrecher *h* in Form einer Druckfeder mit Isolirknopf; in Verbindung damit steht der Inductionsapparat *E*, von welchem die Leitungsdrähte *e e* und $e_1\ e_1$ über den eigentlichen Petroleumprüfer *b*, welcher 5 Cm. Lichtweite und 5 Cm. Höhe

hat, zur Funkenentladung führen. In den gläsernen Petroleumbehälter ragt das Thermometer, ferner ist darin ein kleiner durch die Messingstifte *d d* gehaltener Balken aus Ebonit, welchen zwei Messingstreifen *f f* durchsetzen, die wiederum in Platindrähte endigen und sich so gegenüberstehen, dass der Funken auf eine Entfernung von circa 1—2 Mm. überspringen muss. Ein in der Mitte des Ebonitbalkens befindliches Loch ermöglicht von oben her die Beobachtung des Ueberspringens.

Um nun ein Petroleum auf seine Entflammungstemperatur zu untersuchen, wird der Wasserbehälter *F* soweit mit Wasser gefüllt, dass das Petroleumgefäss *b* bis an den Rand eintaucht; das Wasser wird bis 100° F. = 38° C. erwärmt, dann die Lampe weggenommen, der Oelbehälter eingesetzt und bis circa 3 Mm. unter den Rand mit Petroleum gefüllt; etwa anhaftendes Petroleum muss vom Rande mit etwas Fliesspapier und Luftbläschen von der Oberfläche des Oeles entfernt werden. Das Quecksilbergefäss des Thermometers wird dann ganz in das Oel eingesenkt und wenn die Temperatur bis auf 90° F. = 32° C. gestiegen ist, wird durch einen leisen Druck auf den Stromunterbrecher *h* der Strom hergestellt, so dass ein Funken überspringen kann und wird der Versuch, nachdem zeitweise eine weitere Erwärmung des Wasserbades mittelst der Lampe stattgefunden hat, so oft wiederholt, bis Entflammung eintritt. Die Temperatur des Oeles soll nach dem Einsetzen des Oelgefässes nicht niedriger als 55° F. = 12½°.C. und nicht höher als 70° F. = 21° C. sein.

Bei Oelen von 110—115° F. = 43,3—46° C. — I. — und Oelen von 120° F. = 48,8° C. — II. — Entflammungspunkt und darüber wird geprüft bei:

I. 90° F.	=	32,0° C.		II. 100° F.	=	38,0° C.	
95 „	=	35,0 „		105 „	=	40,5 „	
100 „	=	38,0 „		110 „	=	43,3 „	
104 „	=	40,0 „		115 „	=	46,0 „	
108 „	=	42,0 „		118 „	=	47,7 „	
110 „	=	43,3 „		120 „	=	48,8 „	
112 „	=	44,5 „		122 „	=	50,1 „	
115 „	=	46,0 „		125 „	=	51,6 „	

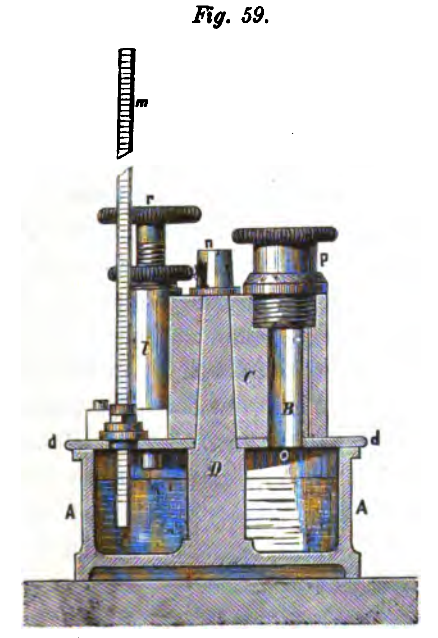
Der Saybolt-Tester functionirt sehr gut und ermöglicht mit einem Inductionsapparat bei Anbringung der nothwendigen Leitungen und Apparate etc. gleichzeitig mehrere Untersuchungen vorzunehmen, leidet aber nur an dem Uebelstande des offnen Petroleumgefässes, wodurch die Entflammungstemperaturen zu hoch ausfallen. Auf dem Princip des Saybolt-Tester, also die Entflammung mittelst eines electrischen Funken vorzunehmen, beruhen die **Apparate**: 1. von **Abeljanz**, eingeführt im Canton Zürich, der Feuertest liegt 8—9° C. höher als der Abeltest in Deutschland; 2. von **Engler**, 3. von **Haas**, welch letzterer zur Entflammungstemperaturbestimmung ausser dem electrischen Funken noch das **Victor Meyer'sche Princip** adoptirt hat: dass die wahre oder absolute Entflammungstemperatur des Petroleum diejenige ist, bei welcher sich eine mit dem Petroleum geschüttelte Luftmenge durch Einführung einer kleinen Flamme entzünden lässt und ist von Victor Meyer folgendes Verfahren vorgeschlagen:

Von dem zu prüfenden Petroleum bringe man ca. 40 Ccm. in einen Glascylinder von circa 200 Ccm. Inhalt und stelle den Cylinder verschlossen bis zu seinem oberen Rande in warmes Wasser, bis im Innern des Cylinders die Prüfungstemperatur erreicht ist; dann nehme man den Cylinder aus dem Wasser, schüttle heftig um, öffne und prüfe durch Einführung eines kleinen Gasflämmchens, ob das Oel sich entzünden lässt oder nicht. Im letzteren Falle wird der Versuch wiederholt und zwar von Grad zu Grad so oft, bis grade die Entflammung eintritt. Es ist einleuchtend, dass bei diesem Verfahren ein der herrschenden Temperatur entsprechendes constantes Maximum der Sättigung der Luft mit Petroleumdampf erhalten wird.

Der Vollständigkeit halber muss noch der in Frankreich neben dem Granier'schen Apparate gebräuchliche **Salleron-Urbain'sche Apparat** berücksichtigt werden, bei welchem die Dampfspannung des Petroleum gemessen wird, eine nichtssagende und unpraktische Methode, weil die Petroleumdampfspannung absolut in keinem Verhältnisse zu dem Entflammungspunkte oder gar Entzündungspunkte steht.

Der Apparat, welcher in den Figuren 59 und 60 abgebildet ist, besteht aus einem messingenen oder kupfernen Gefässe *A*, in dessen Bodenmitte die conische Säule *D* befestigt ist; auf das Gefäss *A* passt luftdicht die aufgeschliffene Deckplatte *d d* — Fig. 60 — und letztere trägt ein ebenfalls aufgeschliffenes Gleitstück *C*, welches um den oberen Theil der Säule *D* drehbar ist und durch Anziehen der Schrauben-

Fig. 59. *Fig. 60.*



A Kupfergefäss. *B* Kammer. *C* Gleitstück. *D* Säule. *d* Deckplatte. *l* Regulirvorrichtung. *m* Steigrohr. *n* Schraubenmutter. *o* Communication. *p* Schraubenkopf. *r* Kolben. *t* Thermometer.

Salleron-Urbain'scher Apparat.

mutter *n* mit dem Deckel *d* fest auf die Büchse aufgeschraubt werden kann. In dem Gleitstück *C* befindet sich noch die cylindrische Kammer *B*, sie ist von oben mittelst des durch Gummiring gedichteten Schraubenkopfes *p* geschlossen und kann nach unten durch Drehung des Gleitstückes *C* mit der in der Deckplatte *d* befindlichen Oeffnung *o* in Verbindung gesetzt werden, während sie bei der in der Fig. 60 skizzirten Stellung durch die Deckplatte nach unten abgeschlossen ist. Ferner sind noch in der Deckplatte hermetisch mit etwas Fett

einzuschrauben das Thermometer *t*, das in Millimeter getheilte circa 35 Cm. lange Steigrohr *m*, sowie endlich eine Regulirvorrichtung *l*, welche aus einer Stopfbüchse mit einem auf und niederzuschraubenden Kolben *r* besteht, um dadurch den Wasserstand im Steigrohr *m* beim Beginn des Versuches auf Null einzustellen.

Zur Untersuchung des Petroleum werden in das Gefäss *A* 50 Ccm. Wasser gebracht und die Oeffnung *o* mittelst Deckels *d*, Gleitstück *C* und Mutterschraube *n* geschlossen. Hierauf wird die Kammer *B* mit dem zu prüfenden Petroleum gefüllt, durch Aufschrauben der mit Gummiring versehenen Schraube *p* luftdicht gemacht und der ganze Apparat in erwärmtes Wasser eingetaucht bis die Temperatur constant geworden ist, bei welcher die Bestimmung vorgenommen werden soll. Mittelst der Regulirschraube *r* wird alsdann der Wasserstand im Steigrohr *m* auf den Nullpunkt eingestellt und schliesslich das Gleitstück *C* verschoben, so dass jetzt Kammer *B* mit Deckelöffnung *o* in Verbindung ist. Indem sich nun das aus *B* ausfliessende Petroleum auf dem Wasser in Büchse *A* ausbreitet, steigt das Wasser im Steigrohr *m* auf eine der Dampfspannung des Oeles bei der herrschenden Temperatur entsprechende Höhe, welche gleichzeitig mit dem Quecksilberstand des Thermometers abgelesen wird. Durch Vergleichung dieser Zahlen mit der bekannten Spannung der Dämpfe eines Normalpetroleum bei gleicher Temperatur soll auf die Qualität, also auf die Feuergefährlichkeit eines Petroleum geschlossen werden. Salleron und Urbain haben zur Bestimmung der Dampfspannung zwischen den Temperaturen 0 und 35° C. ein Petroleum angewendet, welches durch Destillation von 2,00 Liter Rohpetroleum gewonnen war und welches sich frei zeigte von allen Producten, deren specifisches Gewicht weniger als 0,735 und mehr als 0,820 beträgt. Die Resultate, welche sie erhielten, sind in der oberen nebenstehenden Tabelle — Seite 439 — zusammengestellt.

Die beschriebene Methode beruht auf der Voraussetzung, dass die Zahlen, welche die Spannung der Dämpfe ausdrücken, den Temperaturgraden der Entflammbarkeit bei allen Petroleumsorten gleich laufen, dass aber keine Proportionalität

Temperatur	Dampfspannung in Millimetern Wassersäule	Temperatur	Dampfspannung in Millimetern Wassersäule
0° C.	34,5 Mm.	18° C.	73,0 Mm.
1° „	36,0 „	19° „	76,0 „
2° „	37,5 „	20° „	79,0 „
3° „	39,0 „	21° „	82,5 „
4° „	41,0 „	22° „	86,0 „
5° „	43,0 „	23° „	90,0 „
6° „	45,0 „	24° „	95,0 „
7° „	47,0 „	25° „	100,0 „
8° „	49,0 „	26° „	105,0 „
9° „	51,0 „	27° „	110,0 „
10° „	53,0 „	28° „	116,0 „
11° „	55,0 „	29° „	122,0 „
12° „	57,0 „	30° „	129,0 „
13° „	59,0 „	31° „	136,0 „
14° „	61,5 „	32° „	144,0 „
15° „	64,0 „	33° „	155,0 „
16° „	67,0 „	34° „	163,0 „
17° „	70,0 „	35° „	174,0 „

zwischen Dampfspannungen und Entflammungstemperaturen besteht, geht aus nachstehenden Untersuchungsresultaten Biel's hervor.

Petroleumsorte	Dampfspannung bei 35° C. in Mm. Wassersäule	Entflammungspunkt
Standardöl	160 Mm.	26° C.
Astralöl	5 „	48° „
Kaiseröl	13 „	44° „
Russisches Kerosin No. 0 . . .	201 „	26° „
„ „ „ A . . .	73 „	28° „
„ „ „ B . . .	45 „	30° „
„ „ „ C . . .	95 „	25° „

Die auffallenden Differenzen ergeben sich daraus, dass die Anwesenheit schon eines geringen Quantums eines sehr leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffs einerseits in Folge stärkerer Ver-

dampfung bei der Erwärmung auch einen entsprechend grösseren, durch eine Wassersäule messbaren Druck verursachen kann, ohne dass andererseits die Dampfmenge schon genügend ist, um mit Luft ein explosives Gemisch zu bilden.

Engler und Haas haben mit 3 Petroleumsorten A. B. C. die verschiedenen Apparate geprüft — Seite 409 — und sind zu den Resultaten gelangt, welche in nebenstehender Tabelle — Seite 441 — angegeben sind.

Als Testpunkte — Flashing points — werden mit den vorgeschriebenen Apparaten angenommen in:

Deutschland	Abel'scher Apparat	21° C.
England		22,78° C. = 73° F.
Dänemark	Dänischer „	40° C.
Schweden		40° vorübergehend 36° C.
Frankreich	Granier'scher „	35° C. mit einer Toleranz [von 2° C.
Belgien		35° C.
Holland:	Parrish „	40° C.
Stadt New-York:	Tagliabue's „	37,77° C. = 100° F.
Zürich:	Abeljanz „	34,0° C.
Japan:	Burning test — Seite 407 —	46° C. = 115° F.

Es ist bereits oben erwähnt, dass zur Untersuchung auf die Entflammungs- und Entzündungstemperatur der schweren Mineralöle — Schmieröle — die einfachste Methode, wie früher beim Petroleum, noch verwendet wird. Ein grosser Porcellantiegel oder ein kleineres Becherglas wird halb mit dem zu prüfenden Oele gefüllt, in einem Sandbade erwärmt und bei Beobachtung der Temperatur mit einem Holzspan oder besser mit einer sehr kleinen Gasflamme von Zeit zu Zeit geprüft, ob eine Entflammung eintritt; welche Fehlerquellen auch hier zu Tage treten ist bereits — Seite 408 — angegeben.

Genau nach Einrichtung des Abel'schen Petroleumprobers ist vom Mechaniker B. Pensky, Berlin, Wilhelmstrasse 122, ein Apparat zur Bestimmung des Entflammungspunktes schwerer Mineralöle gebaut, der in den Fig. 61 u. 62 veranschaulicht ist.

Der Apparat hat insofern eine Veränderung erfahren, als an Stelle des Triebwerkes ein Drehwerk J getreten ist und dass die Zündflamme nicht mittelst petroleumgetränkter Watte

Vergleichungsresultate der Wirkung der verschiedenen Apparate.

Petroleumsorten	A.				B.				C.			
Apparate	Zahl der Proben	Resultate °C.	Mittel °C.	Differenz °C.	Zahl der Proben	Resultate °C.	Mittel °C.	Differenz °C.	Zahl der Proben	Resultate °C.	Mittel °C.	Differenz °C.
Tagliabue, offen	1	22,7—38,8	30,95	16,1	9	32,2—48,8	42,00	16,6	6	45,5—57,2	52,2	13,3
„ geschlossen	—	—	—	—	18	24,0—39,4	31,68	15,4	—	—	—	—
Dänisch . . .	5	19,5—21,0	20,80	3,5	4	29,0—31,0	30,00	2,0	4	42,00—45,0	43,25	3,0
Saybolt . . .	4	36,6—36,7	36,3	1,1	2	36,1—36,6	36,35	0,5	2	48,50—52,7	50,75	3,9
Parrish . . .	5	20,7—23,0	21,4	2,7	15	25,5—30,7	27,30	5,2	9	36,50—39,0	37,70	2,5
Abel	4	16,0—17,1	16,60	1,1	7	22,2—23,8	22,64	1,6	3	32,40—33,8	32,96	1,8
Engler . . .	4	21,0—22,5	21,95	1,5	19	28,0—30,5	29,40	2,5	2	39,30—39,7	39,50	0,4

Fig. 61.

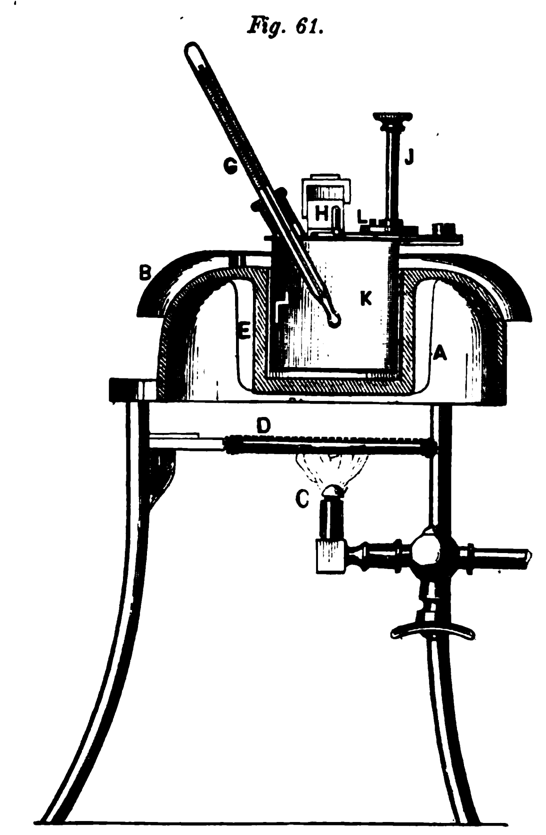
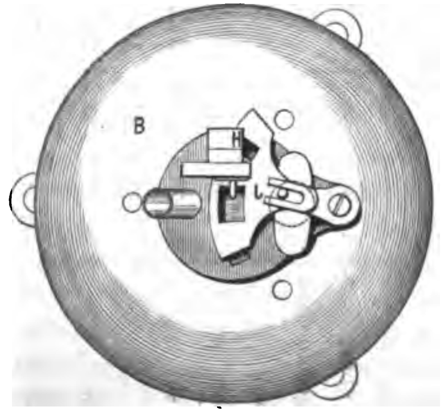


Fig. 62.



A Heizkörper.
B Mantel.
C Gasleitung.
D Drahtnetz.
E Luftschicht.
F Füllmass.
G Thermometer.
H Zündlampe.
J Kurbel.
K Mineralölgefäss.
L Secundenschieber.

Apparat zur Entflammungspunktbestimmung schwerer Mineralöle nach Abel-Pensky.

hergestellt wird, sondern dass die Einrichtung für eine kleine Gasflamme getroffen ist, welche bei Drehung der Kurbel *J* sich in das Mineralgefäss neigt, um die Entflammung resp. kleine Explosion zu verursachen. Für die höheren zur Verwendung kommenden Temperaturen muss das Oelgefäss selbstverständlich hart gelöthet sein. Um eine gleichmässig hohe Temperatur herzustellen dient der gerippte Heizkörper *A*, welcher auf 3 Füssen ruhend mit einem Messingmantel im oberen Drittel umhüllt ist, einestheils die Ausstrahlung der Wärme des Heizkörpers selbst zu verhindern, anderntheils aber auch erwärmte Luft an das Oelgefäss abzugeben, denn dieses liegt nicht fest am Heizkörper, sondern es ist noch der Luftraum *E* dazwischen. Das Drahtnetz *D* hat den Zweck, die Flamme zu vertheilen. Der Gebrauch des Apparates entspricht genau dem Abel'schen — Seite 422. —

Bei der Bestimmung des Entflammungspunktes der schweren Mineralöle, also nicht der zum Leuchten benutzten Oele, handelt es sich nicht um Gefahrtemperaturen beim Gebrauch, sondern um etwaige Fälschungen, ob etwa ein schweres dickes Oel mit einem leichteren Oele gemischt ist, um gleiche Consistenz mit vorhandener Probe hervorzubringen, im letzteren Falle könnte es sich allerdings auch um Gefahrtemperaturen handeln, namentlich wenn solche Oele zum Einfetten der Wolle verwendet werden — Selbstentzündung Seite 403 —; aber auch selbst in Maschinen-Schmierölen veranlassen dieselben die grössten Unzuträglichkeiten.

Bei allen geschlossenen Apparaten, bei welchen die Entflammung innerhalb des Oelgefässes vorgenommen wird, handelt es sich nicht um eine Bestimmung des Entzündungspunktes der Dämpfe, sondern des Explosionspunktes oder Verpuffungspunktes innerhalb des Gefässes, letzterer ist aber verschieden und liegt von dem Entzündungspunkte der Gase viele Grad niedriger.

Jeder erwärmte flüchtige Körper dehnt sich leicht aus, mit dem flüchtig werdenden Körper wird die in einem geschlossenen Raume vorhandene Luft, welche ja an und für sich durch die Erwärmung schon verdünnt wurde, hinausgedrängt und es ent-

steigen dann erst aus dem Gefässe die Dämpfe, welche aus der zu untersuchenden erwärmten Flüssigkeit sich bilden, unbeschadet der etwa noch vorhandenen Spuren Luft. Ein Apparat, welcher also nur zu diesem Zwecke dient, die Entflammungs- und Entzündungstemperatur der Gase jeglicher Mineralöle anzugeben, aber auch zur Bestimmung anderer Flüssigkeiten benutzt werden kann, vergegenwärtigendie Figuren 63 und 64.

Beim Gebrauch wird das Oelgefäss, aus Messinghartguss und Hartloth bestehend, bis zur Spitze des Füllmasses *F* gefüllt, nachher der die Thermometer etc. enthaltende Deckel aufgepasst und darauf das Gefäss je nach der Eigenschaft der zu untersuchenden Flüssigkeit, ob leicht ob niedrig siedend, mittelst vorhandenem Rande, in ein mit Wasser gefülltes Becherglas oder Kochgefäss gesetzt, sollte kein passendes Gefäss vorhanden sein, so sind Spangen angebracht, durch welche Holzstäbchen gelegt werden können, so dass ein beliebiges Gefäss als Wasserbad, Chlorcalciumbad etc. dienen kann; bei höheren Temperaturen werden directe Erwärmungen mit untergeschobenem Drahtnetze oder Sandbäder angewendet, noch besser eignen sich aber die Heissluftbäder von Ed. Bühler in Tübingen, welche bei Veränderung des Flammenkranzes eine ganz gleichmässige Temperatur bis 400° C. zulassen. Welche Wärmequelle auch angewendet werden mag, durch die bewegliche Welle *l* mit dem Rührer *C* wird im Innern des Oeles eine gleichmässige Wärme geschaffen. Unterschiede zeigen sich aber oberhalb des Oeles nach der Art der Erwärmung, ob über freiem Feuer, Sandbade etc., nicht in Luftbädern, deshalb sind zwei Thermometer angebracht, der eine in die Flüssigkeit eintauchend, der andere direct an der Ausströmungsdüse *L*, also im Dampfraum. Die gleichmässigste Wärme für alle Temperaturen ist bei einer geschickten Handhabung im Heissluftbade zu erzielen.

Ist Alles zur Erwärmung etc. vorbereitet, so genügt ein Hin- und Herdrehen der biegsamen Welle *l*, um die Flüssigkeit in Bewegung zu setzen, die leicht flüchtigen Körper entweichen zu lassen und die Wärme zu vertheilen, zur Prüfung des Entzündungspunktes wird von Zeit zu Zeit eine sehr kleine Gasflamme über die Düsenöffnung *L* geführt, an dem zuckenden

Aufflammen, dabei Wiederverlöschen ist die Entflammungstemperatur, bei ruhigem Fortbrennen die Entzündungs-

Fig. 63.

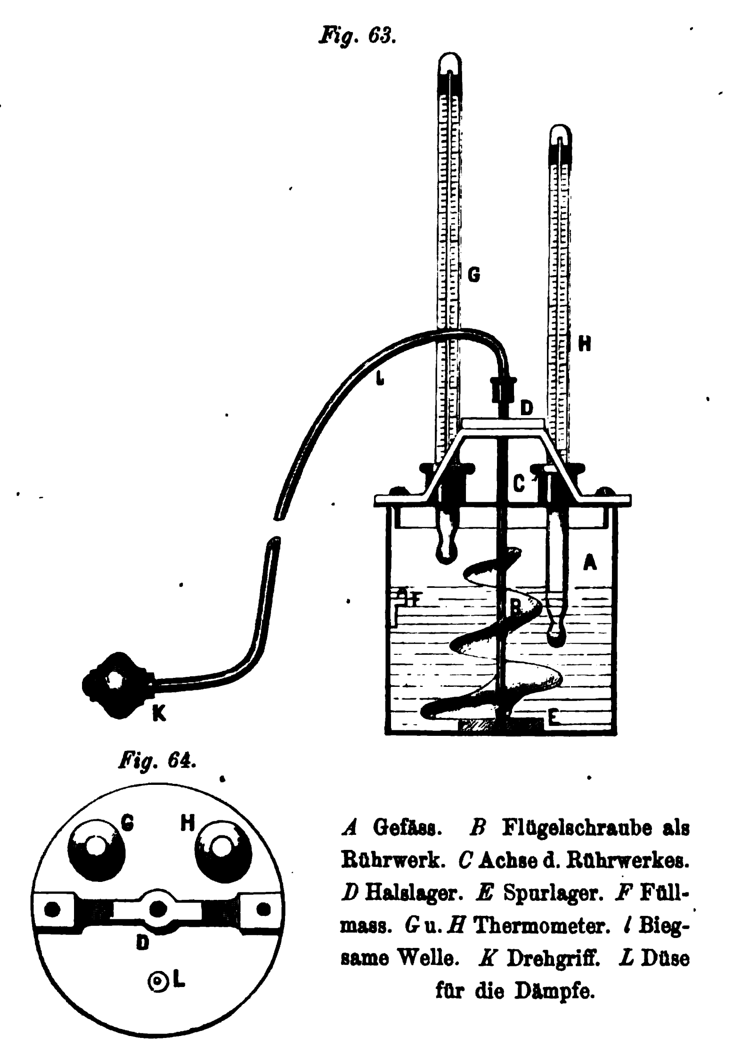


Fig. 64.

A Gefäss. *B* Flügelschraube als Rührwerk. *C* Achse d. Rührwerkes. *D* Halslager. *E* Spurlager. *F* Füllmass. *G* u. *H* Thermometer. *l* Biegsame Welle. *K* Drehgriff. *L* Düse für die Dämpfe.

Apparat zur Prüfung des Entzündungspunktes der Mineralöle.

temperatur zu erkennen, und diese geben den verschiedenen Stand des Thermometers an. Ergeben sich Verschiedenheiten in der Temperatur des Oeles und der Temperatur im Dampfraume, was ja nur bei einem zu schnellen Erhitzen etc. und

bei directem Feuer oder im Sandbade eintreten kann, so ist das Mittel beider Temperaturen zu nehmen. Das Weitere im Kapitel „Schmieröle“.

Die Temperatur, bis zu welcher das Petroleum im Behälter einer brennenden Lampe erwärmt werden kann, ehe — bei Einführung einer Flamme in den Behälter — die Entflammung des dort angesammelten Dampfgemenges eintritt, ist im Allgemeinen höher als der für dieselbe Oelsorte auf dem Abel-schen Petroleumprober ermittelte Entflammungspunkt. Bei den jetzt gebräuchlichen Petroleumlampen findet in der Regel eine fortdauernde Communication zwischen dem Dampfgemenge des Behälters und der äusseren Luft statt, wogegen im Abel'schen Petroleumprober das Petroleum in einem im Wesentlichen geschlossenen Gefäss erwärmt wird. Die Erwärmung von Petroleum in einem ganz oder theilweise offenen Gefäss muss aber unter sonst ähnlichen Umständen weiter getrieben werden, als in einem geschlossenen Gefässe, ehe die aufsteigenden Dämpfe entflammen. Ferner liegt auch bei derjenigen Temperatur, bei welcher in einer brennenden Lampe zuerst entflammbare Dämpfe sich bilden, die Gefahr einer Explosion nicht vor; die erste Entflammung würde sich in einem blossen Verpuffen äussern, eine gefahrbringende Explosion dagegen ist erst bei einer weit höheren Temperatur möglich und zwar liegt die Gefahrtemperatur im Grossen und Ganzen um etwa 10° C. höher als der für die betreffende Petroleumsorte auf dem Abel-schen Petroleumprober ermittelte Entflammungspunkt. Jene Gefahrtemperatur ist ausser von der Beschaffenheit des Petroleum in gewissem Grade auch noch von der Einrichtung der Lampe abhängig, da z. B. die Gefahr einer Explosion sich verringert, wenn das entflammende Gasgemenge genügende Ausströmungsöffnungen vorfindet und dies liegt im Wesentlichen auch in der Einrichtung der Brenner.

Die Einrichtung der Brenner bedingt nämlich, je nachdem sie eine stärkere oder minder starke Erhitzung der Metalltheile der Lampe und des Dochtes zu Stande kommen lässt, eine in höherem oder geringerem Maasse stattfindende Entwicklung gefahrvoller Dünste in den Bassins der Lampen. So erhitzen sich

die Flachbrenner durchschnittlich viel stärker als die Rundbrenner, so dass ihre Dochttemperatur die Höhe von 50 bis 60° C. erreicht und mithin die Entstehung von Explosionen sehr fördern. Doch nicht allein die Entwicklung dieser Dünste, sondern auch die Möglichkeit ihrer Entzündung steht mit der Construction des Brenners in einigem Zusammenhange. Es hängt z. B. diese Möglichkeit mehr oder weniger von der Beschaffenheit der im Brennerboden befindlichen Luftöffnungen ab, indem dabei, wenn sie zu gross oder nicht mit passenden Schutzvorrichtungen versehen sind, leicht ein Zurückzünden der Flamme stattfindet. Dieser früher nicht recht beobachtete Umstand ist durch gut getroffene Einrichtungen wesentlich vermindert und hat auch schon die Aufmerksamkeit der Lampenfabrikanten auf sich gelenkt. Eine andere häufig wirkende Ursache der Rückzündung der Flamme besteht darin, dass der Docht nicht breit genug ist und somit, indem er die Dochthülse nicht hinreichend ausfüllt, freie Verbindungscanäle zwischen dem Bassin und der Flamme bestehen lässt. Diese Verbindungscanäle sind sehr gefahrbringend, weil sie unmittelbar gegen die Flamme ausmünden und somit die Rückzündung nach dem Bassin auf directestem Wege zu Stande kommen lassen.

Auch die Behandlungsweise der Lampen hat einen namhaften Einfluss auf das Zustandekommen von Explosionsgefahren. Wenn z. B. bei nachlässiger Reinigung der Brenner sich die zur Unterhaltung einer gewissen Abkühlung an denselben angebrachten Luftöffnungen mit Dochtschnuppen verstopfen, oder wenn jene Oeffnungen auf andere Weise verkleinert werden, so entstehen dadurch, in Folge der stattfindenden Erhitzung des Brenners bezw. des Dochtes, selbst bei hoch testenden Oelen gefahrbringende Dampfgemische. Auch ein unrichtiges Aufsetzen des Cylinders — sich kundgebend durch Blaken der Flamme — verursacht gleichfalls eine starke Erhitzung des Brenners und gesteigerte Dampfbildung.

Die Temperatur des Oeles in den Bassins brennender Petroleumlampen steigt — ohne Einfluss der Beschaffenheit des Petroleum — bei mittlerer Temperatur der Umgebung — 19 bis 20° C. — durchschnittlich um 5° C. und bei gesteigerter

Temperatur der Umgebung (33—35° C.) durchschnittlich um 1,95° C.

Ebensowenig wie die Thier- und Pflanzenöle sind die Mineralöle ohne Docht zu brennen, d. h. zu Leuchtzwecken zu gebrauchen und ist namentlich die Beschaffenheit des Dochtes von bedeutendem Einflusse auf die Flamme. Der Docht einer Lampe bildet bekanntlich ein System von Capillarröhrchen, durch welche das Oel zur Flamme hinaufsteigt. Die Kraft, mit welcher das Oel durch den Docht hinaufgesaugt wird, nimmt mit dem Sinken des Oeles ab, da hierdurch die Reibung immer grösser und die Geschwindigkeit des Oelstromes geringer wird. Das allmähliche Abnehmen der Oelzufuhr bewirkt natürlich, dass die Lichtstärke der Flamme geschwächt wird. In wie hohem Grade dies geschieht, wird zuvörderst auch auf den Eigenschaften des gebrauchten Leuchtmaterials beruhen. In dieser Richtung stellt das schwerflüssige Rüböl sich bedeutend ungünstiger als das Erdöl. Das früher auf unsern Lampen gebrannte Pflanzenöl hatte nicht die Fähigkeit, im Dochte aufzusteigen, die Lampen mussten daher mit Vorrichtungen versehen werden, die das Oel durch den Docht drückten und der Flamme zuführten. Wären diese Einrichtungen jetzt noch vorhanden, so würde noch schwereres Petroleum, als jetzt in den Handel kommt, gebrannt werden können; da nun aber das in der ersten Zeit gewonnene Petroleum sehr leicht war und lebhaft im Dochte aufstieg, so konnte man die Versorgung der Flamme mit Oel dem Dochte allein überlassen und wurde erst später, als das Petroleum die Fähigkeit, leicht im Docht aufzusteigen, eingebüsst hatte, gezwungen, die Aufmerksamkeit wieder der Frage zuzuwenden, wie die Flamme genügend mit Oel zu versorgen sei.

Auch bei Anwendung von Petroleum ist das Abnehmen der Lichtstärke zu bemerken und tritt bei den verschiedenen Lampenconstructionen mehr oder weniger deutlich hervor und zwar zeigt sich dies in der Weise, dass die Lampen in den ersten Stunden zwar normal brennen, nach einer Zeit aber die Flammen immer kleiner und kleiner werden und es lässt sich auf keine Weise, z. B. durch Aufschrauben des Dochtes, die

Flamme vergrössern. Dabei setzt sich eine starke Schnuppe an den Docht und wenn die Flamme ausgeblasen wird, so glimmt der Docht noch fort und verbreitet einen höchst üblen Geruch. Oft brennen die Lampen an den ersten Abenden ganz gut, zeigen dann aber die eben beschriebenen Erscheinungen an den nächsten Abenden in verstärktem Maasse. Sehr oft wird angenommen, dass specifisch schwerere Erdölarten schwieriger in dem Dochte aufsteigen als die specifisch leichteren; es ist aber festgestellt, dass das russische Erdöl eine grössere Aufsaugungsfähigkeit besitzt als das amerikanische, obwohl letzteres specifisch leichter als das erstere.

Es ist auch vielfach behauptet worden, dass die Leuchtkraft einer brennenden Petroleumlampe dadurch beeinträchtigt werden könne, dass dem Petroleum durch den Lampendocht die leichter flüchtigen Theile früher entzogen werden, als die schwereren, während andererseits die Erklärung allein darin gesucht wurde, dass das Niveau des Oeles mit dessen Verzehrung sinkt und das Petroleum nicht genügend leicht in dem länger gewordenen Docht aufsteigen könne, um der Flamme immer gleichviel Nahrung zu geben und zwar ist der Höhenunterschied, der zwischen dem Niveau des Petroleum im Oelbassin und der Flamme besteht, von grösserem Einflusse auf die Helligkeit der Flamme als die Beschaffenheit des Petroleum selbst, wie sich dies aus der nachstehenden Tabelle ergiebt.

Lichtstärken bei verschiedenen Höhenabständen des Dochtes zwischen Petroleum und Flamme.

Erdöle	Spec. Gew.	Entflammungspunkt	Entzündungspunkt	Abstand 6 Cm. Lichtstärke	Abstand 9 Cm. Lichtstärke	Abstand 12 Cm. Lichtstärke	Abstand 14 Cm. Lichtstärke
Standard Oil .	0,795	26° C.	30° C.	7,00	3,35	1,36	0,80
Astral Oil . .	0,783	48° „	51° „	7,00	4,50	3,00	1,36
Kaiseröl (Korff)	0,789	44° „	46° „	7,00	6,00	3,00	1,36
Russ. Kerosin 0.	0,803	26° „	29° „	7,00	6,25	4,45	3,70
„ „ A.	0,817	28° „	30° „	7,00	5,20	4,00	3,00
„ „ B.	0,822	30° „	35° „	7,00	5,70	3,20	1,65

Dabei hatten die Oele nachstehende allgemeine Zusammensetzung:

	Leichte Oele	Brennöle (Herztheile des Rohpetroleum)	Schwere Oele
Standard Oil . .	14,40 %	45,90 %	39,70 %
Astral Oil . . .	2,20 „	87,80 „	10,00 „
Kaiseröl (Korff) .	5,50 „	80,00 „	14,00 „
Russ. Kerosin 0. .	33,50 „	66,50 „	—
„ „ A. .	15,40 „	73,20 „	10,50 „
„ „ B. .	12,80 „	78,30 „	8,40 „

Die Prüfung auf den Nutzeffect eines zur Beleuchtung dienenden Oeles, Fettes oder Leuchtgases, kann nur eine vergleichende sein, d. h. es kann nur ermittelt werden, wie viel mehr oder weniger dasselbe leistet als ein anderes und bezeichnet die Methode der Bestimmung als **Photometrie.**

Die Güte des Beleuchtungsmateriales, seine Leuchtkraft hängt ab:

1. von der Lichtstärke, d. h. der Lichtintensität, die es, verglichen mit einem anderen Stoffe, liefert.

2. von dem Verbrauche an Material in einer gegebenen Zeit, um dieselbe Lichtstärke hervorzubringen.

Die Leistung eines Leuchtmaterials steigt daher mit der zunehmenden Lichtintensität und mit dem geringer werdenden Stoffverbrauche, ist folglich gleich der Lichtstärke, dividirt durch den Materialverbrauch. Die letztere Grösse des Stoffverbrauchs von festen oder flüssigen Beleuchtungsmitteln wird ganz einfach gefunden durch Abwägen vor dem Versuche und Wiederwägen nach einer gewissen, gemessenen Dauer des Brennens. Von Leuchtgasen wird das in einer gewissen Zeit verbrauchte Volumen gemessen.

Bei photometrischen Versuchen ist sorgfältig zu beachten, dass die Lichtintensität einer Flamme nicht allein vom Materiale und dem Consum abhängt, sondern auch von dem Apparate, in dem es verbrannt wird. Es sind z. B. die verschiedenen Brennerformen bei der Gasbeleuchtung durchaus nicht gleich

in ihren Leistungen; es ist ferner nicht gleichgültig, in welcher Art Lampe ein Leuchtöl verbrannt wird, ja es hängt selbst von der Dicke des Dochtes und bei Kerzen auch von dem Durchmesser der Kerzen etc. ab, ob die Leistungen eines Leuchtölmaterials oder Kerzenmaterials besser oder weniger gut sind. Um daher den Werth eines Materials allseitig zu prüfen, müssen die Versuche mit verschiedenen Versuchsapparaten oder Formen des Materials verändert werden.

Die Lichtintensität wird bestimmt durch Instrumente, welche unter dem Namen **Photometer** bekannt sind. Soweit sie zu technischen Bestimmungen in Gebrauch sind, gründen sie sich auf den physicalischen Satz:

„dass die Intensität der Erleuchtung einer Fläche in dem Verhältnisse abnimmt, in welchem das Quadrat der Entfernung zwischen ihr und der Lichtquelle wächst."

Die Lichtintensitäten, welche ungleich sind, lassen sich dem Grade nach nur vergleichbar machen, dass die Entfernungen derselben von einer das Licht auffangenden Wand so lange verändert werden, bis die Einwirkungen beider gleich sind und dann die Entfernungen gemessen werden.

Ein jetzt vielfach benutztes **Photometer** beruht auf einem zuerst von **Bunsen** angewandten Princip, zu welchem eine Normalkerze gebraucht wird, welche nach Vorschrift des Vereins für Gas- und Wasserfachmänner aus Paraffin mit einem Schmelzpunkte von 55° C. besteht; 6 Stück Kerzen wiegen 0,5 Kilogramm und haben einen Durchmesser von 20 Millimeter; der Docht besteht aus 24 Baumwollenfäden, welche im trocknen Zustande nicht mehr als 0,668 Gramm für den laufenden Meter wiegen dürfen. Die Flammenhöhe bei den Messungen muss 50 Millimeter betragen, der Docht soll aber während der Messungen nicht geputzt werden. (Eine normale Flammenhöhe lässt sich aber ohne zu putzen nicht erzielen.)

Zu den officiellen Messungen in Berlin und London werden Walratkerzen genommen, 6 Stück auf 0,5 Kilogramm, der Erstarrungspunkt des Walrates beträgt 44,4—44,5° C., der Docht in 3 Strähnen besteht aus 51 Baumwollenfäden und muss die

Flammenhöhe bei den Messungen = 44,5 Millimeter sein. Werden diese beiden Normalkerzen auf ihre Leuchtkraft geprüft, so ist das Licht von 1000 Walratkerzen = 1023 Paraffinkerzen (Vereinskerzen) = 104 Pariser Carcellampen.

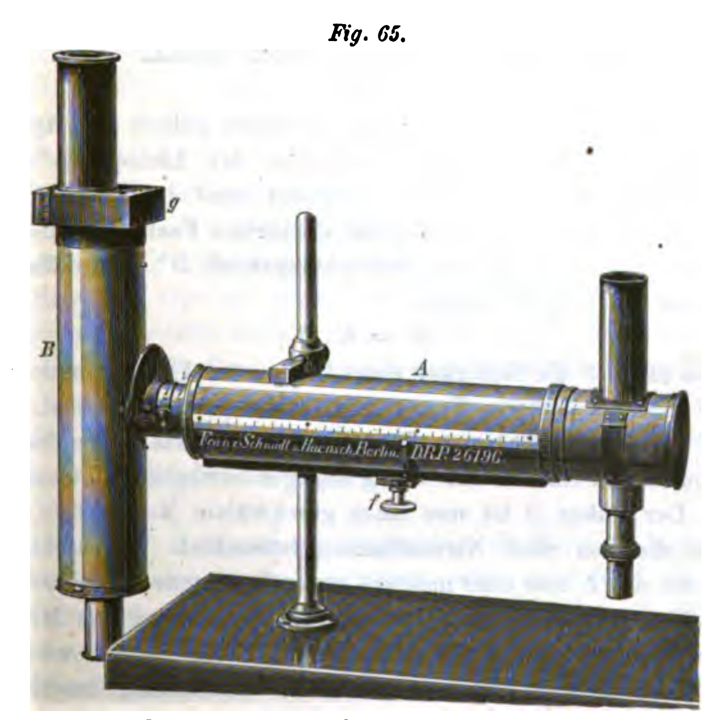
Beim Gebrauch befindet sich auf der einen Seite eines langen horizontalen Stabes die Normalkerze, welche als Einheit benutzt und deren Flamme bei jedem Versuche durch Beschneiden des Dochtes etc. auf eine bestimmte Länge gebracht wird, auf der andern Seite steht die zur Untersuchung kommende Kerze oder die sonst in Frage kommende Lichtquelle; zwischen beiden ist ein auf dem Stabe verschiebbarer Papierschirm angebracht. Der Schirm wird so lange verschoben, bis die beiden Seiten desselben gleich stark beleuchtet sind. Um dies scharf wahrnehmen zu können, ist in der Mitte des Schirmes durch Tränken des Papieres mit Paraffin oder Walrat ein 20 Millimeter im Durchmesser enthaltender, schwach durchscheinender Fleck erzeugt. Die geträngte Stelle wird nicht mehr wahrzunehmen sein, sobald der Schirm von beiden Seiten gleichviel Licht erhält.

Um die Berechnung der Lichtstärke des zu untersuchenden Leuchtstoffes aus der Entfernung des Schirmes zu ersparen, ist auf den Stab die jeder Stellung des Schirmes entsprechende Lichtstärke aufgetragen. Zu bemerken ist noch, dass photometrische Messungen in einem Zimmer mit schwarzem Anstrich ausgeführt werden müssen, oder dass die ganze Manipulation in einem innen schwarz angestrichenen Kasten vorgenommen wird, damit möglichst wenig Licht reflectirt wird. Vollständiger Lichtabschluss ist unbedingt nothwendig.

Ein zweites Photometer, welches von den Technikern etc. nicht so häufig wie das Bunsen'sche gebraucht wird, jedoch zu einem schnellen Versuch genügt, ist das von **Rumford**; es beruht auf demselben oben angegebenen Satze. Wenige Zoll von einer weissen Wand wird ein aus undurchsichtigem Materiale angefertigter Stab abgestellt. Den beiden zu vergleichenden Lichtquellen wird eine solche Stellung gegeben, dass die beiden von ihnen erzeugten Schattenbilder des Stabes möglichst nebeneinander liegen und gleiche Dunkelheit besitzen.

In Folge des angeführten Satzes verhalten sich dann die Intensitäten der beiden Lichtquellen wie die Quadrate ihrer Entfernungen von der Wand. Das Rumford'sche Photometer ist zwar nicht so genau wie das Bunsen'sche, hat aber vor diesem den Vorzug, dass es sich in jedem Augenblicke mit Hülfe eines Lineals, ja selbst eines Fingers herstellen lässt, also beständig zu Diensten steht.

Fig. 65.



Photometer von Schmidt und Haensch.

A feststehender Tubus. *B* beweglicher Tubus. *f* und *g* Glasplatten.

Vorzügliche Resultate giebt das **Photometer von Schmidt und Haensch**, angefertigt in ihrer eigenen rühmlichst bekannten optischen und mechanischen Werkstatt, Berlin S., Stallschreiberstrasse 4; es hat dieses eine von den vorhergehenden abweichende Einrichtung. Die von der Normalflamme beleuchtete Fläche ist völlig getrennt von der Fläche, welche von der zu messenden Lichtquelle beleuchtet wird und kann durch geeig-

nete Vorrichtungen beliebig zur Normallichtquelle eingestellt werden. Der Apparat ist somit zur Messung der Helligkeit sowohl des zerstreuten Lichtes, mag dasselbe Tages- oder Lampenlicht sein, als auch einzelner Flammen, electrischer Lampen u. s. w. geeignet und kann ferner auch als Absortiometer für Flüssigkeiten, Gläser etc. dienen.

Unter Beleuchtungskraft B einer Lichtquelle ist das Vermögen derselben verstanden, Objete bis zur deutlichen Wahrnehmung zu beleuchten. Es kann gesetzt werden:

$$B = K . J$$

wenn unter J die Intensität eines beliebigen jedoch dem Apparate eigenthümlichen Farbencomplexes der Lichtquelle und unter K ein von diesem Farbencomplexe und der specifischen Beleuchtungskraft der Lichtquelle abhängiger Factor verstanden wird. Ebenso wird die Beleuchtungskraft B' des diffusen Lichtes ausgedrückt durch

$$B' = K . Y$$

wenn unter Y die Helligkeit eines bestimmten Farbencomplexes und unter K derselbe Factor wie vorher verstanden wird.

Das Photometer — Fig. 65 — besteht aus einem festen Tubus A und einem rechtwinklig dagegen beweglichen Tubus B.

Der Tubus A ist eine innen geschwärzte Metallröhre und wird die von einer Normalflamme beleuchtete verschiebbare Fläche durch eine oder mehrere genau bestimmte Glasplatten f gebildet, welche je nach dem Zwecke der Messung aus Milchglas oder gefärbtem Glase bestehen. Diese Platten werden in einen Rahmen eingesetzt, dessen Verschiebung innerhalb der geschwärzten Metallröhre A sich mittelst eines durch einen Längsschnitt reichenden Kopfes oder mittelst Zahnstangengetriebes bewirken lässt. Die Stellung des Rahmens im Rohre giebt ein Zeiger an dem ausserhalb des Rohres angebrachten Maassstabe an. Entgegengesetzt von der Normalflamme ist am Metallrohre ein Ansatz gemacht, welcher die Verbindung mit dem rechtwinklig darauf stossenden beweglichen Tubus B ermöglicht und dessen eines Ende durch einen zweiten Satz von Glasplatten g geschlossen ist. In der Mitte von Tubus B befindet sich ein Reflexionsprisma, dessen eine Fläche normal zur Axe

des geschwärzten Rohres steht, so dass man an einer Ocularöffnung mit Hülfe des Prisma die Beleuchtung der oben erwähnten Glasplatten im Rohre beobachten kann. Dieses Prisma theilt das Gesichtsfeld des hineinblickenden Beobachters in zwei durch ein Diaphragma gleich gross gemachte Hälften, so dass, an der möglichst scharf zu haltenden linken Kante des Prisma vorbeisehend, die am Ende des Tubus *B* in einen rahmenartig ausgebildeten Kopf einzusetzenden Glasplatten *g* von der Ocularöffnung aus auf der links liegenden Hälfte des Diaphragma gleichfalls mit den Glasplatten *f* auf der rechts liegenden Hälfte beobachtet werden können, und dass es auf diese Weise ermöglicht ist, die beiden in den zwei Rohren befindlichen beleuchteten Flächen zu vergleichen.

Von den in dem beweglichen Tubus *B* zur Anwendung kommenden Milchglasplatten ist nur eine besonders präparirt, indem auf derselben eine aus schwarzen Schraffirungen verschiedener Feinheit hergestellte kleine Zeichnung photographisch fixirt ist.

Sind Lichtquellen von sehr grosser Intensität zu messen, deren Abstand von dem Apparate nicht beliebig vergrössert werden kann, so sind in den Rahmen des beweglichen Tubus *B* noch ein, zwei oder mehrere genau bestimmte Milchgläser einzuschieben.

Schmidt & Haensch verwenden als Normallichtquelle eine Benzinlampe deren Leuchtkraft nach einer Walratkerze bestimmt und von besonderer Construction ist, so dass die Flammenlänge stets eine gleiche — 2 Centimeter — bleiben kann; überhaupt benützen Siemens und Halske schon lange und mit bestem Erfolge eine Erdölflamme mit Rundbrenner als Vergleichslicht.

Die Vortheile dieses Photometer bestehen:

1. in einem bequemen Verfahren zur zahlenmässigen Angabe der Helligkeit resp. Beleuchtungskraft des diffussen Lichtes;

2. darin, dass vom Auge zu leistende Beurtheilungen der Helligkeit benachbarter Theile des Gesichtsfeldes nur für gleiche Farbe erforderlich sind.

Die Grösse der Lichteinheit = der Leuchtkraft einer sogenannten Normalkerze ist ein ziemlich unbestimmter Begriff, wegen der nicht vollkommenen Gleichmässigkeit der Kerzen, wegen der nicht gleichmässig bleibenden Flammenhöhe etc., so dass wohl doch mit der Zeit eine andere Normallichtquelle allgemein angenommen werden wird; denn es ist bei Lichtmessungen die Grösse des Verbrauchs vollkommen gleichgültig, wenn nur eine vorgeschriebene Normalflammenhöhe eingehalten wird.

Nach Versuchen von Frankland geben folgende Quantitäten der Leuchtmaterialien gleiche Leuchtkraft:

Talgkerzen . . 16,30 Kilogramm
Stearinkerzen . 12,50 „
Wachskerzen . 11,95 „
Walratkerzen . 10,37 „
Paraffinkerzen . 8,42 „
Paraffinöl (Solaröl aus Bogheadkohle) 4,53 Liter
Petroleum nach Qualität . 5,70 bis 5,80 „

Von wie wenig Einfluss die Brennzeit auf das specifische Gewicht ist, ergiebt sich aus nebenstehender Tabelle; dabei zeigt sich, dass die Schwankungen beim Snowflake-Oil und Kaiseröl bedeutender sind als bei den beiden anderen Oelen von geringerer Güte. Der Abeltest erlitt während des Brennens keine merkliche Veränderung.

	Snowflake-Oil Spec. Gew.	Diamond-Oil Spec. Gew.	Kaiseröl Spec. Gew.	Young's Paraffinoil Spec. Gew.
Ursprüngliches Oel . . .	0,7901	0,8005	0,8019	0,8078
Nach d. Verbrennen v. 18 %	0,7909	—	—	—
„ „ „ „ 30 „	—	0,8005	0,8022	—
„ „ „ „ 60 „	—	—	0,8029	0,8080
„ „ „ „ 80 „	0,7910	0,8007	—	—

Sehr ausführliche Untersuchungen, welche die Oele während des Brennens erleiden, sind mit amerikanischen Oelen

von Oberst z. D. Junker, Director des Testbureau, Bremerhaven, gemacht, welcher zu folgenden Schlüssen gekommen ist:

1. Der Entflammungspunkt des in den Lampen verbliebenen Oelrestes war in mehr als 20 Fällen dem des nicht auf Lampen gewesenen Oeles gleich oder doch nur um ½ Grad höher oder niedriger.

2. Das specifische Gewicht des Oelrestes zeigte nur in einzelnen Fällen eine Zunahme, die im Maximum 0,0025 betrug.

3. Nur ein sehr geringer Theil der leichteren Kohlenwasserstoffe wird auf gewöhnlichen Lampen früher verbrannt als die schwereren Kohlenwasserstoffe.

Es sind untersucht:

1. Amerikanisches Oel aus der Ocean-Raffinerie.

	a) vor dem Brennen:	b) nachdem ⅔ abgebrannt war.
Entflammungspunkt	23° C.	23° C.
Specifisches Gewicht . . .	0,803	0,803
Beginn der Destillation . . .	135° C.	135° C.
Destillirt von 135—150° C. .	6,0 %	5,34 %
„ „ 150—200° „ .	22,33 „	22,00 „
„ „ 200—270° „ .	26,34 „	24,66 „
	54,67 %	52,00 %

Verlust 2,67 % oder 4,8 % der leichten Oele.

2. Amerikanisches Oel aus der Standard-Raffinerie.

	a) vor dem Brennen:	b) nachdem die Hälfte abgebrannt war:
Entflammungspunkt . . .	23,5° C.	23° C.
Specifisches Gewicht . . .	0,870	0,805
Beginn der Destillation . .	135° C.	135° C.
Destillirt von 135—150° C.	4,5 %	2,67 %
„ „ 150—200° „	21,5 „	22,33 „
„ „ 200—270° „	24,5 „	24,00 „
	50,50 %	49,00 %

Verlust 1½ % oder 3 % der leichten Oele.

3. Amerikanisches Oel aus der Imperator-Raffinerie.

	a) vor dem Brennen:	b) nachdem die Hälfte abgebrannt war:
Entflammungspunkt . . .	24,2° C.	24,2° C.
Specifisches Gewicht . . .	0,799	0,8005
Beginn der Destillation . .	130° C.	130° C.
Destillirt von 130—150° C.	4,50 %	3,67 %
„ „ 150—200° „	29,00 „	30,33 „
„ „ 200—270° „	24,34 „	23,34 „
	57,84 %	57,34 %

Verlust ½ % oder 1 % der leichten Oele.

4. Amerikanisches Oel aus der Radiant-Raffinerie.

	a) vor dem Brennen:	b) n. d. Hälfte abgebrannt war:	c) n. ¾ abgebrannt war:
Entflammungspunkt . . .	16,6° C.	16,6° C.	16,6° C.
Specifisches Gewicht . .	0,8025	0,8025	0,8025
Beginn der Destillation . .	115° C.	115° C.	118° C.
Destillirt von 115—150° C.	6,00 %	5,50 %	6,00 %
„ „ 150—200° „	22,00 „	21,50 „	21,25 „
„ „ 200—270° „	30,50 „	28,50 „	28,50 „
	58,50 %	55,50 %	55,75 %

Verlust 3 % oder 5,14 % der leichten Oele.

5. Amerikanisches Oel aus der Standard-Raffinerie.

	a) vor dem Brennen:	b) nachdem $^{9}/_{10}$ abgebrannt war:
Entflammungspunkt . . .	23° C.	23° C.
Specifisches Gewicht . . .	0,7925	0,795
Beginn der Destillation . .	135° C.	135° C.
Destillirt von 135—150° C.	7,50 %	8,00 %
„ „ 150—200° „	34,75 „	30,75 „
„ „ 200—270° „	22,75 „	23,75 „
	65,00 %	62,50 %

Verlust 2½ % oder 3,8 % der leichten Oele.

6. Amerikanisches Oel aus der Imperator-Raffinerie.

	a) vor dem Brennen:	b) nachdem 6/7 abgebrannt war:
Entflammungspunkt . . .	23,25° C.	23,25° C.
Specifisches Gewicht . . .	0,805	0,805
Beginn der Destillation . .	140° C.	140° C.
Destillirt von 140—150° C.	0,75 %	3,75 %
„ „ 150—200° „	23,00 „	23,00 „
„ „ 200—270° „	28,00 „	23,75 „
	51,75 %	50,50 %

Verlust 1,50 % oder 3 % der leichten Oele.

Die nothwendigen photometrischen Messungen sind mit einem Bunsen'schen Photometer ausgeführt. Als Resultat hat sich dabei ergeben, dass ein Oel, von dem 3/4 abgebrannt war, unter denselben Verhältnissen nur 1/10 Kerze, d. h. um 1/45 seiner Gesammtleuchtkraft und ein Oel, von dem 6/7 abgebrannt war, um 4/10 Kerze, d. h. um 1/11 seiner Gesammtleuchtkraft weniger hell brannte als das Oel, von dem noch nichts verbrannt war. Auch hieraus geht hervor, dass das Zurückgehen der Leuchtkraft einer längere Zeit brennenden Petroleumlampe weit mehr der Senkung des Oelniveau im Oelbassin zugeschrieben werden muss, als dass ein Theil der leichteren Kohlenwasserstoffverbindungen früher vom Docht aufgezogen wird als die schwereren Verbindungen.

Bei der Frage der Oelzuströmung sind natürlich die Grössenverhältnisse des Dochtes von wesentlicher Bedeutung und bei Betrachtung der einzelnen Lampenconstructionen findet man oft, dass die Breite und Stärke des Dochtes zu der Flamme in einem eigenthümlichen Missverhältnisse steht. Für die Saugfähigkeit des Dochtes ist die Beschaffenheit der Baumwolle und die Art des Gewebes gewiss nicht ohne Bedeutung. Die Aufsaugungsfähigkeit eines Dochtes ist selbstverständlich um so grösser, je dichter und je loser sein Gewebe ist, indessen darf der Docht nicht so dicht sein, dass er im trocknen Zustande nur schwer durch die Dochtführung zu bringen ist, da er quillt, sobald er mit Oel getränkt ist und in diesem Zustande nicht mehr durch die Schrauben bewegt werden kann.

Da das Oel am besten in der Richtung der Baumwollenfaser aufsteigt, so sind bei guten Dochten die Baumwollenfäden fast sämmtlich in die Längsrichtung des Dochtes gelegt und nur so viel leichte Querverbindungen angebracht, als zum Zusammenhalt des Gewebes nöthig ist. Die ostindische Baumwolle ist nicht so langfasrig als die amerikanische, sie muss daher fester gesponnen sein als diese und eignet sich dadurch weniger gut zur Dochtfabrikation. Es ist zu bemerken, dass die billigsten Dochte deshalb am theuersten werden, dass mit ihrer Hülfe ein weit weniger gutes Licht erzielt wird, als mit den besseren Sorten und ferner dadurch, dass mit einem besseren Docht auch ein billiges Petroleum mit Vortheil gebrannt werden kann.

Durchschnittlich saugen die Dochte, gleichgültig ob ordinär oder amerikanische oder englische, frei in einer Minute ihr gleiches Gewicht Oel auf, also dass ein 5 Gramm schwerer Docht 5 Gramm Oel aufzusaugen vermag. Der Oelverbrauch beim Brennen richtet sich nach der Luftzufuhr zur Flamme und diese ist im engsten Zusammenhange mit der Höhe des sogenannten Cylinders, Zugglases oder Lampenschornsteines, welcher die Luft in solche Berührung mit der Flamme bringen soll, dass die Verbrennung mit der höchst möglichen Lichtentwicklung geschehen kann. Es gilt hier das richtige Verhältniss zwischen der Flamme und der zugeführten Luftmenge einzuhalten, denn die Höhe ist für die Schnelligkeit des Luftstromes mitbestimmend. Wenn man ohne gleichzeitiges Höherschrauben des Dochtes einen höheren Cylinder nimmt, so wird man gewöhnlich finden, dass die Flamme an Grösse ab-, aber an relativer Lichtstärke zunimmt. Die vermehrte Luftzufuhr bewirkt wahrscheinlich in diesem Falle, dass die ausgeschiedenen Kohlentheilchen mit grösserer Schnelligkeit verbrennen und eine kürzere Zeit schwebend gehalten werden. In der nachstehenden Tabelle sind von Schmelk die Ergebnisse einiger Versuche zusammengestellt, welche für eine bestimmte Lampe den Einfluss des Cylinders auf die Lichtwirkung der Flamme zeigt.

Die benutzte Lampe ist ein sogenannter Reformbrenner von 28 Mm. Durchmesser und gebrannt ist Kaiseröl. Die

Schlussfolgerungen dieser Versuche können natürlicher Weise nicht ohne Weiteres auf andere Lampenconstructionen und Oele angewendet werden. Bei den Versuchen 1 und 2 wurde die Flamme zum höchsten Punkt hinaufgeschraubt und danach der Cylinder von 27 Cm. bis 40 beziehungsweise 54 Cm. verlängert. Bei den Versuchen 3 und 4 wurde, nachdem der Cylinder die genannten Verlängerungen erhalten hatte, die Flamme höchst möglichst aufgeschraubt. Die Lichtstärke und Leuchtkraft, welche die Lampe nach diesen Versuchen ergab, sind im Verhältnisse zu den Endzahlen berechnet, welche sich mit demselben Brenner unter normalen Verhältnissen erreichen liessen:

	Cylinderhöhe	Lichtstärke	Leuchtkraft	Stündlicher Oelverbrauch
Reformbrenner .	27 Cm.	100	100	41,7 Grm.
Versuch 1 . .	40 „	93,9	80,0	48,0 „
„ 2 . .	54 „	65,6	57,0	48,0 „
„ 3 . .	40 „	131,1	82,2	57,0 „
„ 4 . .	54 „	135,5	81,6	63,0 „

Aus den zwei ersten Versuchen folgt also, dass die verhältnissmässige Vergrösserung der Lichtstärke, welche die Flamme bei den genannten Verlängerungen gewinnt, nicht im Stande ist, den durch Abnehmen an Grösse eintretenden Verlust zu ersetzen. Mit der stärkeren Luftzufuhr nimmt gleichzeitig auch der Oelverbrauch zu und diese zwei Ursachen zusammengenommen bewirken, dass die Leuchtkraft, wie obenstehende Zahlen zeigen, so bedeutend sinkt. Wird der Behälter nur halb mit Oel gefüllt, so liefert die Lampe auch in Rücksicht der Lichtstärke ein schlechteres Ergebniss als unter normalen Umständen, denn dann kann der Docht kaum grössere Oelzufuhr als 40 Gramm in der Stunde unterhalten.

Von Thörner sind die verschiedensten Lampensysteme auf ihren Lichteffect und Oelverbrauch geprüft und ist dazu ein Petroleum genommen, welches einen Abeltest = 25,9° C. zeigte und nachstehende Zusammensetzung hatte:

Petroleumessenzen . . . . 8,60 Volum %
Brennpetroleum, Siedepunkt 150—300° C. 64,40 „ „
Schwere Oele . . . . 27,00 „ „

Lampensysteme	Brennereinrichtung und Grösse	Leuchtkraft nach Normalkerzen	Oelverbrauch in einer Stunde	Leuchtkraft berechnet auf 20 Grm. Oel pro Stunde
A. Flachbrenner.				
Kleine Flurlampe . . .	10 Mm.	2,0—2,5	10 Grm.	4,4
Patent-Laterne ohne Cylinder	7 „	3,5—4,0	15,4 „	5,2
B. Rundbrenner.				
Microscopirlampe . . .	15 „	6,5	20,8 „	6,3
Cosmosbrenner	18 „	8,0	27,2 „	6,0
„	18 „	9,0	28,0 „	6,4
„	24 „	11,8	40,0 „	6,0
„	24 „	10,5	35,0 „	6,0
Cosmosreformbrenner .	18 „	10,0	39,5 „	6,5
„ .	24 „	12,5	37,5 „	6,7
Victoriabrenner (mit Flammenteller)	18 „	10,5	29,5 „	7,1
„ (mit Flammenteller)	24 „	17,0	46,0 „	7,4
Sonnenbrenner (mit Flammenteller)	24 „	21,0	61,0 „	7,0
Mitrailleusenbrenner mit 12 Stück runden Vollbrennern	—	19,5	60,0 „	6,5

Diese Versuche zeigen, dass alle Lampen bei gleichmässig gesteigertem Oelverbrauche auch eine im gleichen Maasse steigende Lichtstärke entwickeln, so dass z. B. für eine grosse Cosmos-Salonlampe (24 Mm.) von 12 Kerzenstärke sich auch zwei kleine Cosmoslampen (15 Mm.) von je 6 Kerzenstärke verwenden lassen.

Endlich möge noch eine Versuchsreihe von Engler Platz finden, welche den Einfluss der über 300° C. siedenden Theile des Petroleum auf dessen Leuchtkraft berücksichtigt. Jede der unten angeführten Handelspetroleumsorten wurde während einer Stunde Brennzeit in einer Normallampe mit 24 Mm. Brenner mittelst Bunsen'schen Photometer auf seinen Lichteffect geprüft, wobei sich folgende Resultate ergaben:

Petroleum	Lichteffect ausgedrückt in Lichtstärken einer Normal-Paraffinkerze		Oelverbrauch in Grm. pro Stunde zur Erzeugung des Lichtes = einer Normal-Paraffinkerze	
	inclusive der über 300° C. siedenden Theile	exclusive der über 300° C. siedenden Theile	inclusive der über 300° C. siedenden Theile	exclusive der über 300° C. siedenden Theile
No. 1	11,7 Kerze	12,8 Kerze	4,0 Grm.	3,6 Grm.
„ 2	11,4 „	12,5 „	3,9 „	3,6 „
„ 3	10,5 „	12,3 „	4,3 „	3,5 „
„ 4	10,9 „	12,5 „	4,0 „	3,5 „
„ 5	10,3 „	11,0 „	4,5 „	3,9 „

Am grössten ist der Unterschied bei dem Petroleum No. 3, von welchem inclusive seiner über 300° C. siedenden Oele zur Erzeugung des Lichteffectes = einer Normal-Paraffinkerze 4,3 Grm., exclusive jener schweren Oele dagegen nur 3,5 Grm. verbraucht wurden, so dass sich der Oelverbrauch bei gleichem Lichteffecte etwa wie 1¼ : 1 stellt.

In noch weit höherem Grade tritt jedoch der nachtheilige Einfluss der schwersiedenden Oeltheile hervor, wenn man die Lampe statt nur eine Stunde mehrere Stunden hintereinander brennen lässt. Ein Petroleum z. B., welches inclusive der über 300° C. siedenden Oele zu Anfang einen Lichteffect von 11,7 Normalkerzen besass, ging nach 5 Stunden Brennzeit auf 7,8 Normalkerzen zurück, dagegen zeigte dasselbe Petroleum ohne jene schweren über 300° C. siedenden Theile zu Anfang den Lichteffect = 12,8, nach 5 Stunden = 12,2. Während also der Lichteffect unter Belassung der schweren Oele während fünfstündigen Brennens der Lampe um fast 14 Lichtstärken zurückging, sank derselbe nach Beseitigung der schweren Oele in gleicher Zeit nur um circa ½ Lichtstärke.

Wie bei den Victoriabrennern wird die Leuchtkraft der Rundbrennerlampen durch Anbringung einer Metallplatte über der Flamme — Flammenteller — wesentlich erhöht. Da aber der Oelconsum der so verbesserten sehr hell brennenden Lampen ein sehr grosser ist, so ist bei ihnen die genügende Versorgung der Flamme mit Oel mit besonderen Schwierigkeiten verbunden, die sogar dazu geführt haben, die Lampen mit je

zwei Dochten auszurüsten, von denen der eine sehr dick und lose gewebt ist und nur die Aufgabe hat, das Oel zu heben — Saugdocht —, während der andere mit dem Oel verbrennt — Brenndocht —. Der Brenndocht ist nur einige Centimeter lang, während der Saugdocht vom Boden des Behälters bis zum obersten Theil des Brenners geht, den Brenndocht umschliesst und auf diese Weise demselben das Oel zuführt. Derartig construirte Lampen gehören zu den vollkommensten aller jetzigen Lampenconstructionen.

Es ist bereits oben erwähnt worden, dass mit dem Sinken des Oelniveau die Lichtstärke abnimmt und man ist daher jetzt mit Constructionen beschäftigt, welche diesem Uebelstande in Art der früheren Rüböllampen abhelfen sollen. Wenn sich derartige Constructionen bis jetzt auch noch nicht im Hausgebrauch eingeführt haben, so sind sie doch schon bei der Leuchtthurmbeleuchtung vielfach in Gebrauch.

---

6. Lichtbrechungsvermögen. Electricitätsleitung.

Ebensowenig wie der Siedepunkt eines Mineralöles oder der Oele der Producte der trocknen Destillation der Steinkohlen, Braunkohlen etc. ein bestimmter ist, da ja diese Arten nur Gemische sind und nur die einzelnen Körper daraus ihren bestimmten Siedepunkt haben, ebensowenig lässt sich etwas Allgemeines über die Lichtbrechung sagen, sondern diese kann sich auch nur auf die einzelnen Körper beziehen.

Geht ein Lichtstrahl, d. h. die Richtung, in welcher eine Lichtwelle fortschreitet, aus einem Medium in ein anderes über, so wird er von seiner früheren Richtung abgelenkt. Der Winkel, welchen der in das zweite Medium eindringende Theil des Lichtstrahls mit der Verlängerung seiner früheren Richtung bildet, oder die Ablenkung des Strahls durch Brechung, ist sowohl von der Natur der beiden Medien als auch von der Farbe des Lichts abhängig, so dass ein aus mehreren Farben gemischter Lichtstrahl durch Brechung in seine Elementarfarben zerlegt wird. Für den Uebergang von einfarbigem Lichte aus Luft in eine bestimmte Flüssigkeit ist das Verhältniss zwischen

dem Sinus des Einfallwinkels und dem Sinus des Brechungswinkels constant unabhängig von der Grösse des Einfallwinkels: $\frac{\sin i}{\sin \beta} = n$. Dieses Verhältniss ändert sich mit der Natur der Flüssigkeit und ist demnach als eine charakteristische Eigenschaft derselben anzusehen, welche man ihren Brechungsexponenten oder Brechungsindex nennt und dieser beträgt:

Brechungsindices einiger Kohlenwasserstoffe etc. für gelbes Licht — D — (Gladstone und Dale).

Körper	Temperatur	Brechungsindex
Amylen $CH_3{-}(CH_2)_2{-}CH{=}CH_2$	23,0° C.	1,3878
Octan $CH_3{-}(CH_2)_6{-}CH_3$	28,5° „	1,3972
Terpentinöl $C_{10}H_{16}$	10,0° „	1,4734
Benzol C_6H_6	10,5° „	1,4975
Cumol $C_6H_5 . C_3H_7$	7,8° „	1,4983
Pseudocumol $C_6H_3 . (CH_3)_3$	12,5° „	1,4932
Cymol $C_6H_4{-}CH_3{-}C_3H_7$	8,0° „	1,4834
Phenol $C_6H_5 . OH$	13,0° „	1,5488
Kresol $C_6H_4 . OH . CH_3$	11,5° „	1,5445
Anilin $C_6H_5 . NH_2$	21,5° „	1,5774
Pyridin C_5H_5N	21,5° „	1,5030
Chinolin C_9H_7N	24,0° „	1,5687

Die **Electricität** vermögen weder die Mineralöle noch die einzelnen Bestandtheile derselben, die Kohlenwasserstoffe, zu leiten und bestätigen mit die auffallende Thatsache, dass nicht eine einzige flüssige chemisch feste Verbindung, d. h. also keine Mischung oder Lösung vorliegt, welche die Electricität leitet, so gehören schweflige Säure, Chlorschwefel, Kohlensäure, Schwefelkohlenstoff, Benzol, Terpentinöl zu den nicht leitenden Flüssigkeiten, an Alcohole, Aether, ätherische und fette Oele braucht als Nichtleiter nicht erst erinnert zu werden, obgleich einigen fetten Oelen, wie Olivenöl und Mohnöl, Leitungsvermögen zugeschrieben wird.

VII. Gewinnung und Förderung des Erdöles, Bergtheeres, Asphalts, Erdwachses, von Steinkohlen etc. Anlage und Beschreibung von Oelbrunnen etc.

1. Gewinnung des Erdöles.

Die ältesten Gewinnungsweisen sind bereits im Kapitel I, „Allgemein Geschichtliches", aber auch Kapitel II, „Vorkommen des Erdöles" berücksichtigt. Jetzt noch finden in Ragoon neben kaum verbesserten die primitivsten Methoden seit Alters her Anwendung; dort liegen die Oelbrunnen ungefähr zwei englische Meilen von dem Dorfe Yak, in der Nähe von Goung und verbreiten sich über eine Fläche von ungefähr 12 Quadratmeilen, sie sind 2—300 Fuss tief, von geringem Durchmesser und werden durch Kreuzhölzer gestützt. Die Temperatur des Oeles beträgt in dem Momente, wo dasselbe aus dem Brunnen kommt, 32° C.

Die Brunnen werden mittelst thönerner Töpfe ausgeschöpft, die an Stricken hinabgelassen werden. Die Stricke laufen über einen Balken, welcher quer über der Mündung des Brunnens angebracht ist. Hat sich der Topf in der Tiefe gefüllt, so wird er von zwei Männern, die mit dem Strick von dem Balken weglaufen, wieder in die Höhe gezogen und sein Inhalt in einen besonderen Behälter ausgegossen. Hier setzt sich das Wasser, welches mit dem Oel gemischt war, zu Boden und das Oel wird abgegossen oder abgeschöpft und in thönernen Flaschen von 15 Kg. versendet. Erst seit dem Aufschwung der amerikanischen Petroleumindustrie wird es zuweilen in besonderen Fahrzeugen von 1000 Tonnen Last in eisernen Behältern nach England gebracht. Es werden aber auch schon Anlagen zur Reinigung des Oeles in Indien von einer Firma in Hull getroffen.

Nachdem schon 1809 in den Vereinigten Staaten von Nordamerika beim Bohren nach Salzquellen ein natürlicher artesischer Brunnen mit Erdöl gefunden war, wurde dieselbe Erscheinung einer Petroleumquelle bei gleicher Gelegenheit in der Nähe von Burksvill, welche einen Strahl von 4 Meter Höhe über der Bodenfläche hervorbrachte und 60 Meter tief war, unbeachtet gelassen. Nicht früher als im Jahre 1857 wurde an eine ernstliche Nutzbarmachung dieses natürlichen Productes herangetreten und eine amerikanische Gesellschaft versuchte es, dasselbe zu Beleuchtungszwecken im Grossen auszubeuten. Die Gewinnungskosten und die ungenügende Leuchtkraft dieses Productes zwangen zur Wiederaufgabe des Unternehmens.

Zwei Jahre später stiess der Farmer Drake von Madville beim Graben eines Süsswasserbrunnens auf ein ergiebiges Oellager; die Flüssigkeit war ziemlich dünnflüssig und besass ausserdem eine recht befriedigende Leuchtkraft. Andere in der Nähe der ersteren gegrabene Quellen lieferten dasselbe Product, welches sich rasch im Handel Pennsylvaniens ausbreitete und den Ausgangspunkt des Speculationsfiebers gab. Dieses Fieber beherrschte eine lange Zeit Amerika und zur Ausbeutung sind vom Patentamt zu Washington bis zum Jahre 1875 nach H. E. Wrigley's Angaben 3800 auf Petroleumaufsuchung und Gewinnung bezügliche Patente ertheilt worden.

Was die Gewinnung des Petroleum anbetrifft, so begann nach Auffindung der pennsylvanischen Oelquellen ein rationellerer Betrieb in der Art, dass man kleine Schächte 16—65 Meter tief niederbrachte, später mit Bohrbetrieb auf Tiefen von 95 bis 125 Meter, ausnahmsweise mit Handbohrung 157—188 Meter, und mit Schachtgrabungen 95—125 Meter tief kam. Sobald das Oel auf die eine oder andere Weise gefunden, wurde dasselbe mittelst Kübel oder kleiner Handpumpen zu Tage gefördert.

In den gesammten Petroleumdistricten der Vereinigten Staaten von Nordamerika ist das Bohrverfahren im Wesentlichen das gleiche, deshalb ist auch das amerikanische Verfahren — Seilbohrverfahren — in vielen ergiebigen Oelregionen, wie Süd-

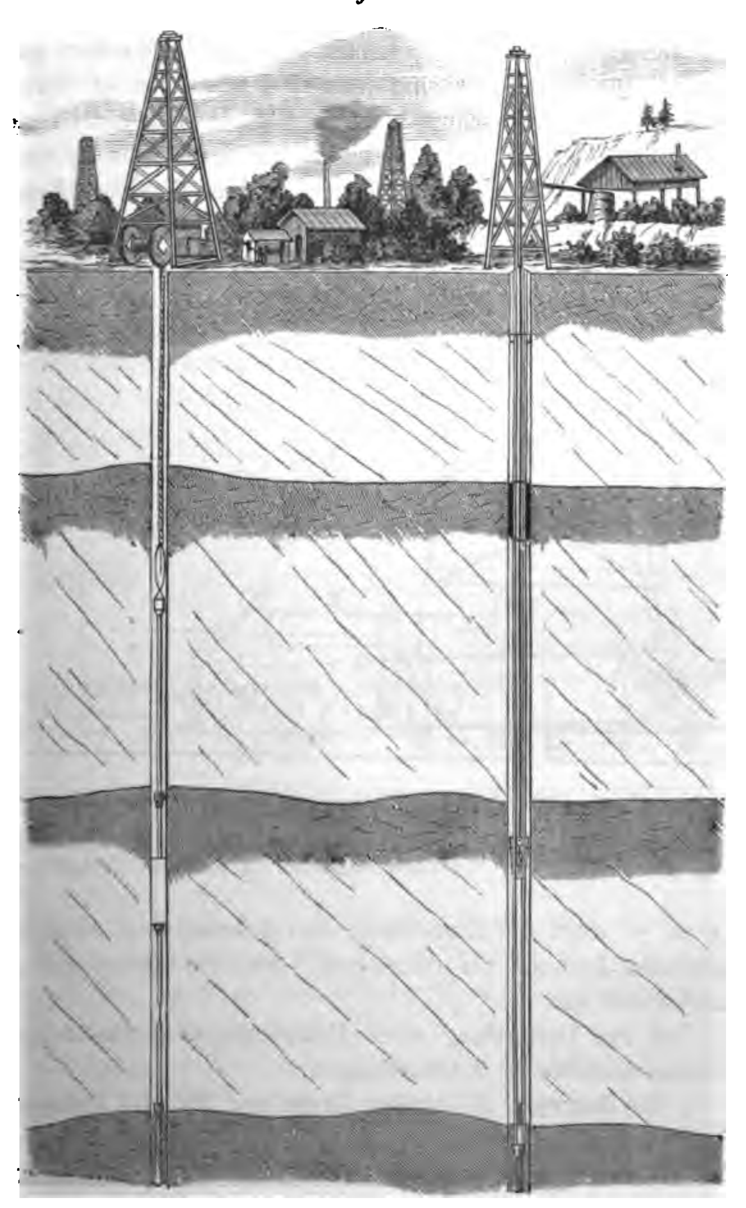
Russland, Gallizien etc. theilweise eingeführt, nur modificirt nach den charakteristischen Verhältnissen der verschiedenen Länder, in Aenderungen der Dimensionen, in den Transmissionen oder in der eingelassenen Oelpumpe.

Der Umstand, dass anfangs in Amerika mit schwachen Bohreinrichtungen das Oel in geringer Tiefe zu erreichen war, mag die Ursache sein, dass im Vergleich zu den Bohrapparaten anderer Gegenden den heutigen Bohreinrichtungen der Oelgegend selbst für Tiefen von mehr als 500 Meter ein gewisses primitives Gepräge verblieben ist. Maschinen, Haspeln, Bohrthurm, Bohrgezähe sind eben nur in dem Maasse stärker und grösser gemacht worden, als es das Bedürfniss erheischte. Allein das Wesentliche in der localen Entwicklung des Bohrwesens liegt darin, dass man es verstanden hat, diese noch heute so primitiv erscheinenden Apparate in überaus zweckentsprechender Weise anzuordnen, miteinander zu verbinden und die zahlreichen kleinen Verbindungstheile und die Bohrgeräthe selbst so handlich, einfach und haltbar wie möglich herzustellen.

In den Fabriken, welche die Maschinen, die Eisentheile zu den Apparaten und die Bohrgeräthe aus Eisen und Stahl herstellen, wird jeder einzelne Theil schablonenmässig nach gewissen Grössen und Nummern hergestellt, so dass jeder schadhaft werdende Gegenstand bis zum Schraubenbolzen herab sofort auf Bestellung neu bezogen werden kann. Die einzelnen Geräthstheilchen sind Handelswaare geworden und finden sich in jedem Städtchen Eisenhandlungen, welche diese Artikel auf Lager halten, so dass der Bohrunternehmer keinen Vorrath gebraucht. Dieser Vortheil wird aber auch noch dadurch erhöht, dass auch die Bohrlochsdurchmesser in weitaus grösster Anzahl gleich sind, wodurch es möglich wird, dieselben Werkzeuge überall zu verwenden und die ausgezogenen Röhren eines aufgelassenen Brunnens — Wells — in dem nächstbesten anzubohrenden zu benutzen und dadurch kommen die Bohrungen billiger zu stehen.

Ueberall in der Einrichtung tritt das Bestreben hervor, mit einfachen und billigen Mitteln bei dem denkbar kleinsten Minimum von Arbeitshänden möglichst viel zu leisten. Eine

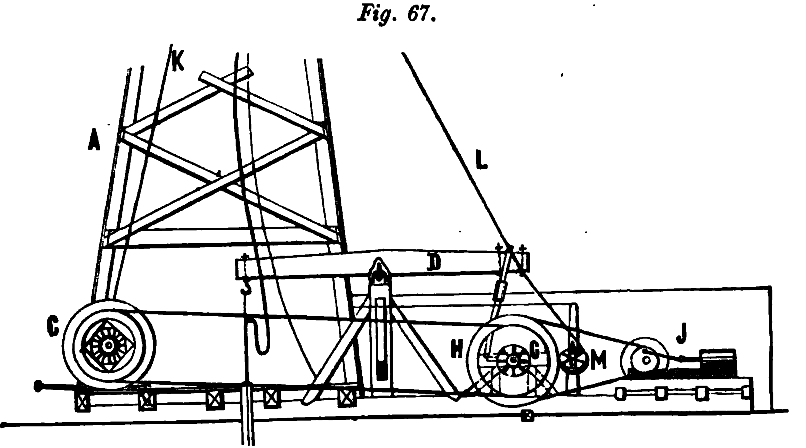
Fig. 66.



Bohrthürme mit Bohranlage im Durchschnitt.

bis zu 500 Meter Teufe und mehr niedergehende Tiefbohrung wird mit nur 4 Arbeitern bei Tag- und Nachtbetrieb unter günstigen Umständen in der kurzen Frist von 4 Wochen ausgeführt. Die Bohrlöcher sind in den Oeldistricten oft kaum 60—100 Meter von einander entfernt, dass es in der Ebene, wie im Gebirge auf verhältnissmässig kleiner Fläche so viele Brunnen giebt, dass die Ansicht einem völligen Wald von Bohrthürmen gleicht; so stehen beispielsweise bei Triumph-hill auf einer Fläche von noch nicht 15 Quadratkilometer ca. 2 Quadratmeilen über 150 Brunnen. Die Zeichnung auf Seite 469 —

Fig. 67.



Amerikanische Petroleum-Bohreinrichtung. (Querschnitt.)

A Bohrthurm. *B* Fundamentrahmen. *C* Bohrwinde. *D* Bohrschwengel. *J* Dampfmaschine. *K* Bohrseil. *L* Löffelseil.

Fig. 66 — stellt die Einrichtung der Bohrung von zwei benachbarten Brunnen auf einem und demselben Abbaufelde im Durchschnitt dar.

Die zur Herstellung eines Pumpbrunnens nothwendigen Arbeiten zerfallen in 3 Abtheilungen:

I. des **Bohrens**; II. des **Verröhrens** und III. des **Pumpens**.

Zum Bohren gehören:

1. die obertägigen Anlagen: Bohrthurm, Motor, Bohrer und Transmissionen.
2. die Vorkehrungen und Gezähe, welche zwischen Bohr-

thurm und Bohrloch zur Anwendung kommen, wie die Löffel etc.

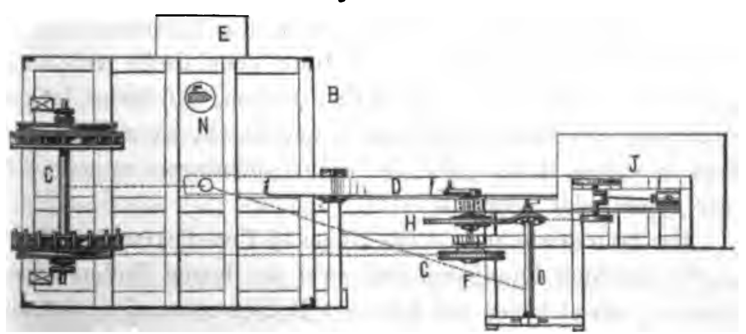
Die Verröhrung umfasst: 1. die Einstellung der äusseren Röhre. 2. Wasserdichtung — Water packer —. 3. die Einstellung der innern oder Pumpenröhre.

Die Arbeiten des Pumpens zerfallen in die Aufstellung der Pumpe, des Pumpengestänges, der Rohrverschliessung.

Die Disposition und die Hauptabmessungen einer Bohreinrichtung sind in allgemeinen Umrissen in der Fig. 67 und 68 angegeben.

Bohrthurm. Der ungefähr 19—21 Meter hohe Bohrthurm — Derrick — hat die Gestalt eines hohlen Obelisken von 5 bis

Fig. 68.



Amerikanische Petroleum-Bohreinrichtung. (*Grundriss.*)

E Bohrschmiede. *F* Hauptwelle. *G* Seilscheibe. *H* Riemenscheibe. *M* Frictionsscheibe. *N* Amboss. *O* Löffelseilhaspel.

6 Meter im Quadrat an der Basis. Dieser wird durch einen Fundamentalrahmen *B* von 30—45 Cm. starken Eichenbalken hergestellt, das darauf stehende Gerüst ist lediglich aus fichtenen Bohlen zusammengenagelt. Die Gerüstecken sind durch je 2 rechtwinklig aneinander gestossene 5 auf 26 centimetrige Bohlen gebildet und durch 3 auf 8 centimetrige Bohlen sowohl in geschlossenen Gevieren horizontal, als auch von Gevier zu Gevier in diagonaler Verkreuzung miteinander verbunden. Der Kopfrahmen ist oben nach aussen ausgeladen, um die nöthige Fläche zum Auflegen der kurzen Tragebalken für die Seilrollen zu bieten.

Die in Deutschland übliche Herstellung eines Bohrschachtes und einer darin angebrachten versenkten Bühne zum Abfangen des Bohrzeuges und als Stand des Bohrarbeitens am Krückel wird vermieden, indem der Bohrschwengel eine entsprechend erhöhte Lage bekommt.

An der vordern Seite des Bohrthurmes ist die Bohrwinde *C*, an der hinteren der Bohrschwengel *D* und an der rechten Seite die Bohrschmiede *E* aufgestellt. An dem abgekehrten hinteren Ende des Bohrschwengels wirkt mittelst eines im Hube verstellbaren Krummzapfens die Hauptwelle *F*, welche an ihrem entgegengesetzten Ende eine Seilscheibe *G* zum Betriebe der Bohrwinde *C* und in der Mitte eine Riemenscheibe *H* zur Aufnahme des Treibriemens der dahinter liegenden, rasch laufenden, 12—15 pferdigen Dampfmaschine *I* — Durchmesser 24 Cm., Hub 32 Cm. — trägt. Gegen die Riemenscheibe *H* legt sich von hinten eine gusseiserne conoidische Frictionsscheibe *M*, welche auf den 20 Cm. dicken, 2,5 Meter langen Rundbaum des Löffelseilhaspels *O* angebracht ist und mittelst eines in einem Hebel verschiebbaren Zapfenlagers angedrückt, oder gelöst oder gebremst wird.

Die Bohrwinde besteht aus einem 33 Cm. dicken, 3,5 Meter langen eichenen Rundbaum und zwei an dessen Enden angebrachten, aus eichenen und fichtenen Bohlen zusammengesetzten Holzrädern von 2 Meter Durchmesser. Dem aus Manilahanf hergestellten Bohrseile *K* wird eine 46 Mm. Dicke gegeben.

Das rechtsseitige Rad trägt neben dem Speichenkranze, welcher auch zum Einlegen von Holzstützen benutzt wird, eine mit einer ausgedrehten Keilrinne versehene, zum Bremsen dienende Scheibe. In die Keilrinne wird nämlich von unten her eine gekrümmte, am vordern Ende mit einer Handhabe versehene Eisenstange einfach angedrückt. Hierbei steht der Arbeiter vor dem Bohrthurm mit dem Gesichte gegen Winde und Bohrloch gekehrt.

Das linksseitige Rad trägt neben dem mit Handhabe versehenen Speichenkranze und zwar an der Aussenseite ebenfalls eine ausgedrehte Keilrinne, welche hier als Schnurlauf zur Aufnahme eines die Transmission zwischen Hauptwelle und Winde

bildenden etwa 2 Centimeter starken Hanfseiles ohne Ende dient.

Der etwa 8 Meter lange Bohrschwengel *D* — walking beam — besteht aus einem einfachen 26 Cm. breiten, in der Mitte 80 Cm., an den Enden 46 Cm. hohen Fichtenbalken, welcher in der Mitte mittelst eines starken gusseisernen Gelenkes auf dem Kopfe eines senkrechten Ständers (Simsonbalken) — sampson-post — ruht. Dieser besteht aus einer quadratischen, 50 Cm. im Gevierte messenden Fichtensäule, welche auf einer entsprechend starken Längsschwelle fundamentirt und durch drei Seitenstreben gegen Seitenschwankungen gehörig gesichert ist. Auf das hintere Ende des Bohrschwengels ist die hölzerne Pleuelstange mittelst eines schmiedeeisernen, an deren Ende angeschraubten Bügels lose aufgehangen.

Die Hauptwelle *F*, an deren rechtem Ende der Krummzapfen und deren linkem Ende die Seilscheibe *G* zum Betriebe der Bohrwinde sitzt, besteht aus einer glatt abgedrehten 1 ½ Meter langen, 8 Cm. dicken schmiedeeisernen Stange, welche beiderseits in gusseisernen Zapfenlagern auf soliden Holzblöcken ruht. Die Grundschwellen der letzteren sind nach vorn bis unter den Rahmen des Bohrthurms, nach hinten bis unter die Dampfmaschine, welche dort auf den Enden verlagert ist, verlängert. Die hölzerne Seilscheibe *G* der Hauptwelle *F* — rope pulley wheel — hat 1,5 Meter Durchmesser und wird beiderseits von gusseisernen Kränzen gehalten. Bei 40 Touren der Hauptwelle wird also die Bohrwelle mit $\frac{1,5}{2} . 40 = 30$ Umdrehungen betrieben.

Zwischen den Zapfenlagern befindet sich auf der Hauptwelle ferner die 24 Cm. breite hölzerne, ebenso wie die Seilscheibe *G* befestigte Riemenscheibe *H* — band wheel — von 2 Meter Durchmesser, auf welche die Riemenscheibe der Dampfmaschine mittelst eines Lederriemens wirkt. Der Durchmesser der letzteren beträgt circa 70 Cm., so dass die Kurbelwelle der Dampfmaschine etwa die dreifache Umdrehungsgeschwindigkeit der Hauptwelle hat und 120 Touren macht, wenn letztere mit 40 Touren geht.

Der Löffelseilhaspel O = Schmandlöffelhaspel und Sandpumpenhaspel — sand pump reel — besteht, wie erwähnt, aus einem circa 2,5 Meter langem, 20 Cm. dickem eichenen Rundbaume, auf dessen rechtem Ende eine conoidische gusseiserne Frictionsscheibe auf einem hölzernen Armkreuz festgeschraubt ist. Wegen der seitwärts aus der Mittellinie des Bohrthurms herausgeschobenen Lage des Löffelseilhaspels O, wird demselben eine hinreichend stark geneigte Lage gegeben, so dass das von seiner Seilrolle im Scheitel des Bohrthurms schräg herabgehende Löffelseil eine normale Richtung zu der Mitte des Haspelrundbaumes erhält. Aus diesem Grunde muss der Frictionsscheibe die conoidische Form gegeben werden, um von dem Riemen getrieben zu werden. Der wirksame Durchmesser der Frictionsscheibe ist zu 0,6 Meter anzunehmen. Bei 40 Touren der Hauptwelle macht also der Löffelseilhaspel $\frac{2}{0{,}6\ \text{M.}} \cdot 40$ = nahe 134 Umdrehungen pro Minute.

Die Dampfmaschine von 24 Cm. Durchmesser und 32 Cm. Hub, bei raschem Gange von etwa 120 Touren in der Minute, hat eine Stärke von etwa 12 Pferdekräften (1 Pferdekraft = 75 Kilogrammmeter). Dicht hinter der Dampfmaschine steht ein locomobiler Röhrendampfkessel, äusserst einfach ohne Dach aufgestellt, zu dessen Heizung Steinkohlen dienen und wenn möglich von benachbarten Gasquellen Gas in einer dünnen Rohrleitung herangeführt wird. Dieses Gas dient dann auch im Bohrthurm und bei der Dampfmaschine, welche allein nur unter Dach, d. h. in einer leichten Bretterbude steht, zur Beleuchtung. Die aus der Bretterbude hervorragende Blechesse ist mit einem Drahtkorb als Funkenfänger versehen, eine beim Petroleumbohren nothwendig gebotene Vorsicht.

Bohrwinde. Bemerkenswerth ist die Verbindung der gusseisernen Zapfen der Bohrwinde mit dem Rundbaume mittelst einer an den Zapfen angegossenen Scheibe. Letztere ist mit runden Löchern versehen, in welche kurz vorstehende Nasen des Rundbaumes eingelassen sind, übrigens aber an den Rundbaum stumpf angeschraubt sind. Die Holzräder der Bohrwinde sind mit 4 stärkeren eichenen Armen, welche ein Kreuz bilden,

in den Rundbaum eingezapft, die 12 übrigen schwächeren, tannenen Arme sind, mit ihren Enden zusammenstossend, stumpf auf den Rundbaum aufgesetzt.

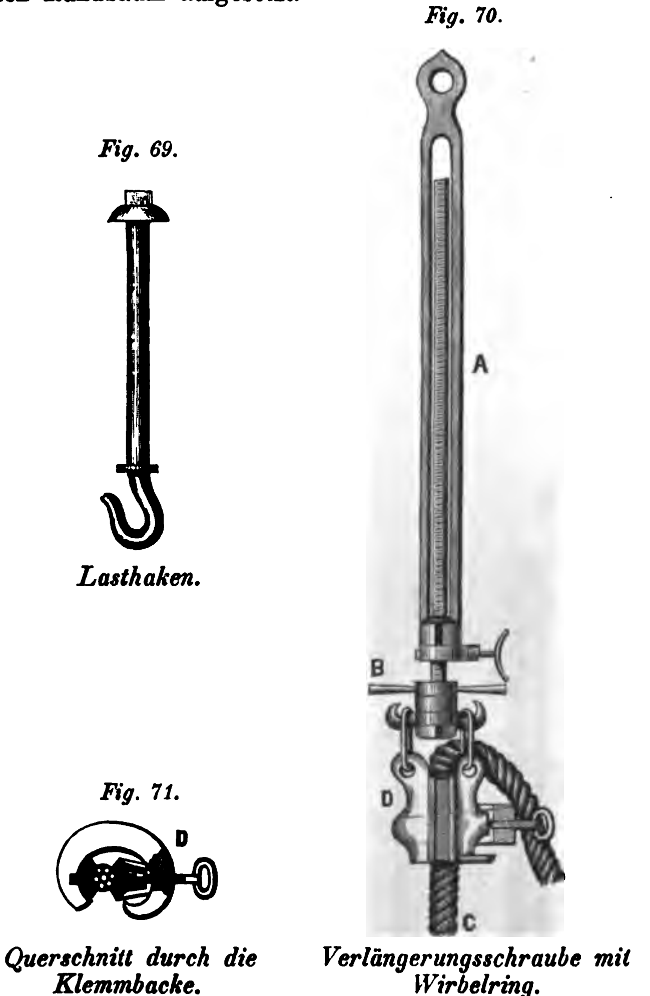


Fig. 69. *Lasthaken.*

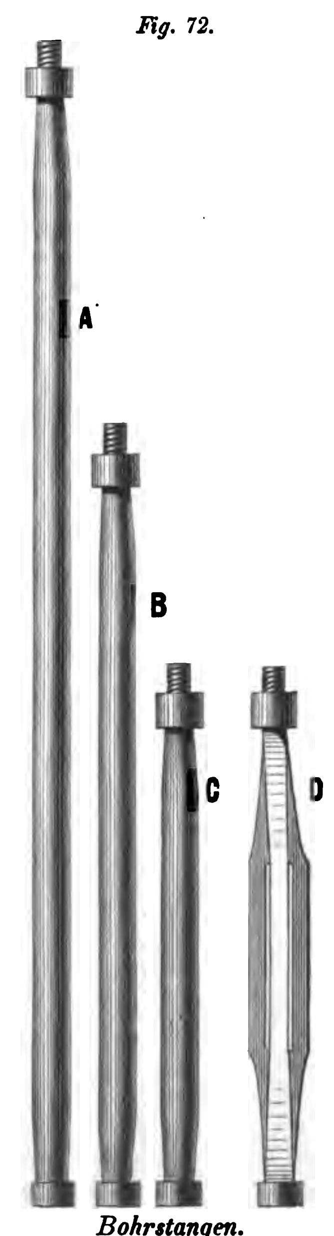
Fig. 70. *Verlängerungsschraube mit Wirbelring.*

Fig. 71. *Querschnitt durch die Klemmbacke.*

A Schraube. *B* Wirbel. *C* Rohrseil. *D* Klemmbacke.

Fig. 69 zeigt den Lasthaken an dem Kopfende des Bohrschwengels, an welchem die in Fig. 70 abgebildete Verlängerungsschraube *A* sammt Wirbelring *B* — temper screw — und die unter letzteren hängenden Klemmbacken *D* zur Befestigung

Fig. 72.



Bohrstangen.

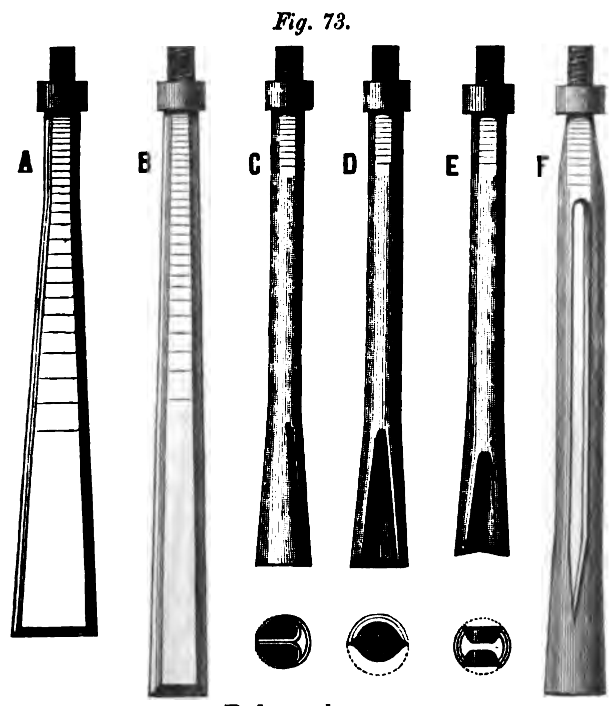
A Bohrstange. *B* Senkerstange. *C* Rundstange. *D* vierflügliches Mittelstück.

des Bohrseiles — ein ungetheertes 4,8 Cm. starkes Manilatau — aufgehangen wird. Die Klemmbacken sind in der Ansicht geöffnet dargestellt, um den zur Schonung des Seiles oben an der Klemmstelle umgewickelten Hanfwulst zu zeigen. Wie der zugehörige Grundriss — Figur 71 — ersichtlich macht, ist der die Klemmschraube enthaltende starke Bügel an die linksseitige Klemmbacke festgeschweisst, während die rechtsseitige Klemmbacke frei in dem Bügel schwebt und beim Einlegen des Seils mittelst der Klemmschraube angepresst wird.

Bohrgezähe. Das untere Ende des Bohrseiles ist mit dem obersten 0,6 Meter langen Theile des Obergestänges — Seilauge, Seilfussstück, rope socket — verbunden und zwar auf die Weise, dass es in einer beiderseits aufgeschlitzten Eisenhülse steckt, die durch drei auch durch das Seil durchgehende starke Nieten festgehalten wird; unten besitzt dieses Seilauge eine Mutter, in welche das eigentlich 2,5—4,25 Meter lange runde Obergestänge gewöhnlich von 7,5 Cm. Durchmesser eingeschraubt ist. An dieses ist unterhalb die Rutschscheere — Wechselstück, jars — einfachster Construction angeschraubt; sie misst im Ganzen 1,5—1,8 Meter und besteht aus

zwei aus je einem Stück geschmiedeten Rahmen, die, um 90 Grad gegen einander gestellt, sich in einander verschieben. An diese Rutschscheere schliessen sich die das Effectzeug zusammensetzenden Bohrstangen — Fig. 72 —, an deren unterem Ende die Bohrer — Fig. 73 — angeschraubt werden.

Fig. 73.



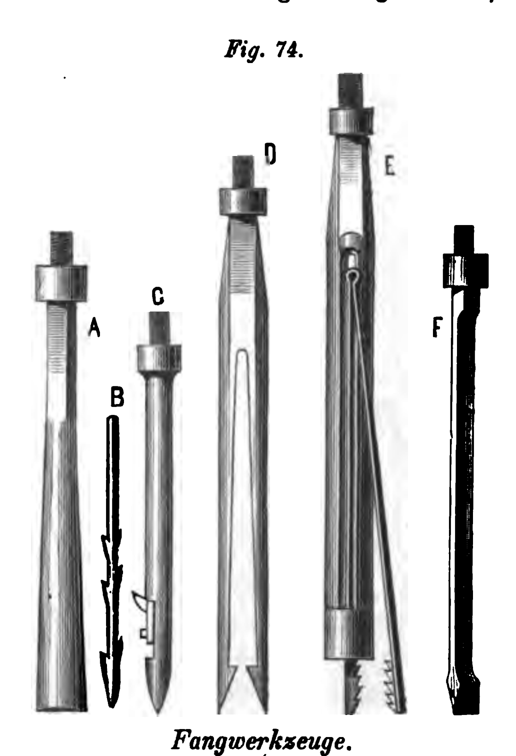
Bohrwerkzeuge.

A, *B* Bohrer. *C* Flachbüchse. *D* Halbrundbüchse. *E* Rundbüchse. *F* hohle Büchse.

Die Bohrstange Fig. 72 *A* — auger stem — wird 6 bis 8 Meter lang und 5—9 Cm. dick angewendet. Zur Vermehrung des Fallgewichtes wird auf die Bohrstange die 3—4 Meter lange Senkerstange Fig. 72 *B* — sinkers bar — aufgeschraubt. Zu demselben Zwecke wird auch als Ergänzungsstücke die 1½ bis 2 Meter lange Rundstange Fig. 72 *C* oder das ebenso lange vierflügliche Mittelstück Fig. 72 *D*, wo es auf Geradeführung des Effectzuges ankommt, angewendet.

Das Effectstück besteht in maximo aus einer zusammengeschraubten 9 Cm. dicken Eisenstange von 8 + 4 — 2 = 14 Meter Länge im Gewichte von 700 Kilogramm, wozu noch das Gewicht der Rutschscheere und des Bohrmeissels kommt. Wird für letztere zusammen 100 Kilogramm gerechnet, so ergiebt

Fig. 74.



Fangwerkzeuge.

A Glocke. *B* Seilfänger. *C* Sperrhaken. *D* Fangscheere. *E* Fallfangscheere. *F* Geissfuss.

sich das Gesammtgewicht des Effectstückes sammt Bohrmeissel zu rund 800 Kilogramm = 16 Centner.

In diesem Fallgewichte ist zunächst der erste Grund der überraschenden Leistungen des amerikanischen Seilbohrers gegeben; ausserdem aber erscheint für die Herstellung eines möglichst senkrechten Bohrloches die grosse Länge des Effectstückes wesentlich, wobei hinzukommt, dass unter Umständen auch dem Effectstücke noch durch Aufschrauben des geflügelten

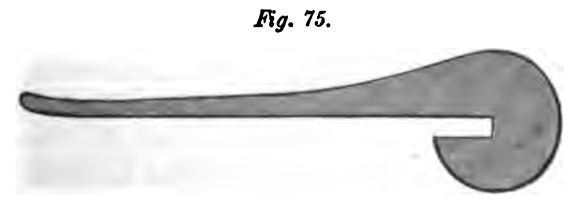
Ergänzungsstückes eine sichere Geradeführung am Ende gegeben wird.

Bei dem bekanntlich unsicheren Umsetzen des an einem Hanfrundseil hängenden Bohrmeissels und dem Mangel einer Fühlung des Meisselaufschlages auf dem Bohrorte ist beim Bohren am Seile das Entstehen von Füchsen unvermeidlich; es wird deshalb nach jeder mit dem Meisselbohrer gebohrten Hitze mit der Büchse — reamer — nachgebohrt, um das Bohrloch rund in der gehörigen Weite herzustellen.

Zum Nachbüchsen werden verschieden gestaltete Bohrwerkzeuge angewendet. Die Flachbüchse Fig. 73 *C* — flat reamer — hat eine einseitige Ohrenschneide; die Halbrundbüchse Fig. 73 *D* — half round reamer —; die Rundbüchse Fig. 73 *E* — round reamer — hat zwei gegenüberstehende breite Ohrenschneiden und endlich die hohle Büchse Fig. 73 *F* — hollow reamer — besteht am untern Ende aus einem rohrförmigen in eine kreisförmige Schneide auslaufenden Körper.

Die Fangwerkzeuge — fishing tools — sind in Fig. 74 abgebildet. Die Glocke *A* — horn socket —, die Fangscheere *D* — grabs — und die Fallfangscheere *E* — slip socket — und der Geissfuss *F* — hook — dienen zum Fassen von Stangen und Gezähnbruchstücken. Der Seilfänger *B* — rope grabs — wird zum Herausziehen von Seilstücken und der Sperrhaken *C* — slip spear — zum Aufholen von Röhren benutzt.

Fig. 75.



Schraubenschlüssel.

Zum Zusammenschrauben des Bohrzeuges dienen zwei sehr starke Schlüssel — wienches — von der in Fig. 75 abgebildeten Form. Mit dem einen wird der obere Hals der im Bohrloch steckenden Gezähnstange dicht über der Fussbodenverdielung des Bohrthurmes abgefasst und die Handhabe gegen einen

Fig. 76.



Schlamm-löffel.
A Bodenventil.
B Löffelrohr.
C Kolben.

starken in der Verdielung steckenden Eisenbolzen gestützt. Der zweite Schlüssel wird etwa 15 Cm. über der Verdielung um den unteren Hals des auf- und abzuschraubenden Gezähntheiles gelegt und dann am Ende mittelst einer starken, senkrecht von oben in besonders angebrachten Löchern der Verdielung gesteckten Eisenstange fest oder lose gewuchtet.

Die Schrauben und Muttern zur Verbindung des Bohrzeuges sind sehr sorgfältig cylindrisch geschnitten und mit breiten Brustflächen versehen, um eine ganz gerade Verbindung herzustellen.

Besonders zweckmässig ist die Construction des Schlammlöffels, Schmandlöffels — sand pump — in Fig. 76 dargestellt.

Derselbe ist in gewöhnlicher Weise mit einem Bodenventile *A*, ausserdem aber noch mit einem, in dem Löffelrohre leicht verschiebbaren Kolben *C* versehen, welcher mittelst einer gegabelten Stange an dem Löffelseile hängt. Durch Auf- und Niederlassen des Löffelseiles wirkt der Kolben wie bei einer Pumpe, so dass der Löffel jedesmal beim Einlassen eine möglichst grosse Menge von Bohrschlämmen in sich aufnimmt.

Verröhrung. Zum Verröhren der Bohrlöcher werden ausschliesslich geschweifte, mittelst Schraubenmuffen verbundene Eisenröhren angewendet; behufs Erleichterung des Einschraubens werden die Schraubenmuffen am Ende mit einer conisch ausgedrehten Erweiterung versehen, welche die einzuführende Vaterschraube sofort aufnimmt und in das Gewinde der Mutter leitet.

Wie bemerkt, wird zum Abschluss der in den oberen Gebirgsschichten stehenden Wasser eine Verröhrung — Abdichtungsröhren, Casing, Fig. 77 *B* — von 14 Cm. lichtem Durchmesser benutzt, welche Röhren, da

sie keinen inneren Druck auszuhalten haben, nicht auf Druck geprüft, während die Einsatzröhren = Pumpröhren Fig. 77 *A* — Tubings — von 5 Cm. lichtem Durchmesser auf einen Druck von 84 Kilogramm pro Quadratcentimeter geprüft werden.

Soweit die wasserführenden Schichten reichen, wird mit 23 Cm. abgebohrt; ist die letztere durchstossen, so werden die Pumpröhren — Tubings — eingelassen. Um den wasserdichten Abschluss des unteren Endes der Verröhrung zu bewirken, versieht man das Rohrende zuweilen mit einem Bleiringe, welcher sich in die Gesteinsporen hineinpresst; auch das primitive Abdichtungsverfahren mittelst eines Leinsamensackes — seed-bay — wird noch angewendet. Die Unsicherheit und das Zeitraubende bei letzterem Verfahren wird in neuerer Zeit nach Mr. H. E. Wrigley durch Anwendung der Griffin'schen Wasserabdichtung — Fig. 78 — water packer — vermieden; sie beruht auf dem Principe, dass eine über einem Lederbeutel stehende Wassersäule denselben an die Bohrlochwandung drückt. Dieser Wasserdichter — water packer — besteht aus einem schmiedeeisernen kurzen Rohrstücke, welches unten mit einem

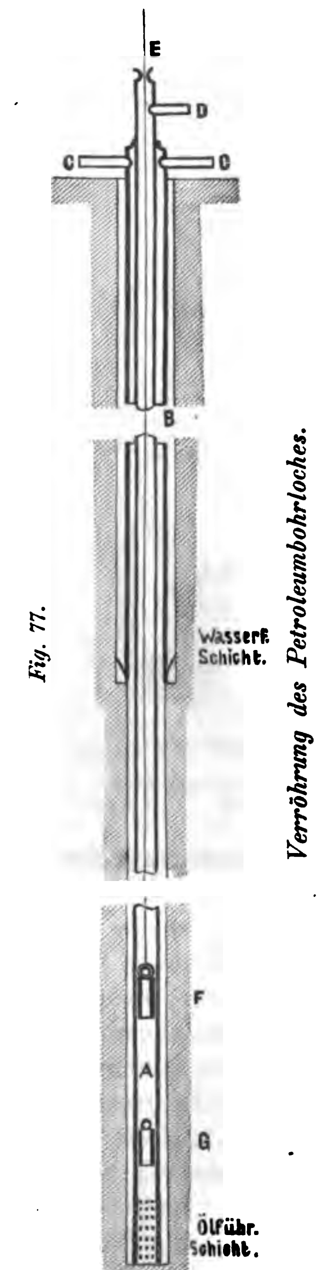


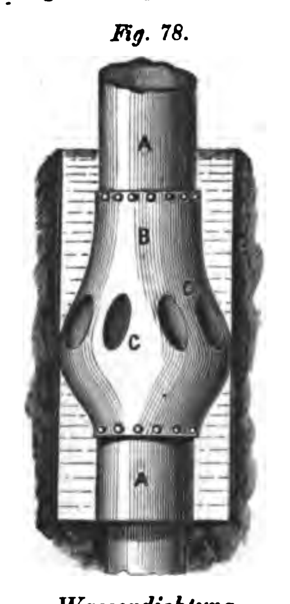
Fig. 77.

Verröhrung des Petroleumbohrloches.

A Pumpröhren. *B* Abdichtungsröhren. *C* Gasabzug. *D* Petroleumabfluss. *E* Kolbenstange. *F* Kolben. *G* Saugventil.

schmalen, nach aussen umgebördelten Rande versehen ist, um einen aufgeschobenen, mit einer linksgewundenen Mutterschraube und am äusseren Umfange mit Einschnitten versehenen Fussring zu tragen.

Fig. 78.



Wasserdichtung.

A Abdichtungsröhren. *B* Ledersack. *C* Löcher.

Der Rohrstutzen ist am oberen Ende mit einer rechts gewundenen Vaterschraube zum Anschlusse an die Röhrentour versehen; am unteren Ende dieses Stutzens ist ein birnförmiger Ledersack oben und unten ringsum angenietet, in dessen Mitte mehrere Löcher *C* eingeschnitten sind. Die in Fig. 78 gegebene Skizze wird dieses Princip vollends klar machen.

Beim Einhängen selbst geht der Lederbeutel ungehindert durch das Bohrloch, wird aber, sobald der Fussring sich auf dem im Bohrloch hergestellten Absatze — Oertel — aufsetzt, durch den von oben kommenden Wasserdruck an die Bohrlochswandung dicht angedrückt und der Abschluss ist hergestellt.

Die Abdichtungsröhren — Casings — werden während des Einlassens aneinander geschraubt und bilden häufig eine Tour von 100 Meter und darüber Länge.

Ist mittelst des Wasserlöffels das innerhalb der Abdichtungstour stehende Wasser ausgefördert und ist die Ueberzeugung sicher, dass die Dichtung jeden neuerlichen Wasserzufluss in das Bohrloch abhält, so wird mit 13 Cm. bis zum Hauptölsande weiter gebohrt, ohne das Loch zu verröhren.

Soll die Röhrentour wieder aufgeholt werden, so wird dieselbe rechts gedreht und damit zunächst das Linksgewinde des Fussringes gelöst; beim Anheben der Röhrentour fällt dann der Fussring bis auf den unteren Rand, der Lederbeutel verliert seine Stütze, wird von den Bohrlochswandungen abgelöst und kann frei zu Tage gefördert werden.

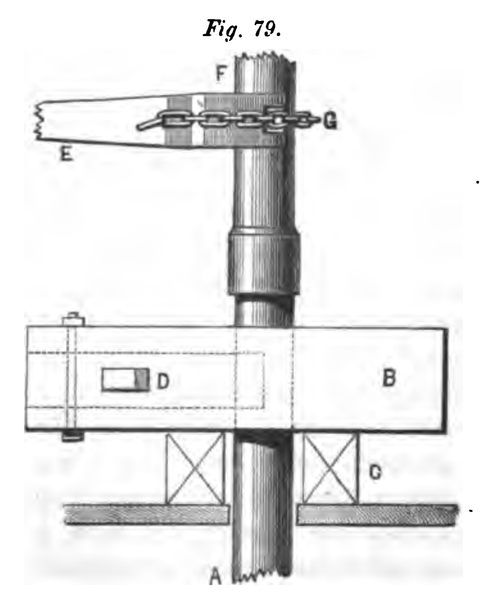
Zum Aufziehen der Schraubenverbindungen sind die Muffen der Röhren mit achtseitigen aufgeschweissten Köpfen versehen. Das beim Zusammen- oder Auseinanderschrauben über dem Bohrloche hervorstehende Rohrende — Fig. 79 u. 80, S. 484 u. 485 — wird mit einem Holzbündel festgehalten. Das untere Stück der Röhrentour *A* wird mit einem Bündel gefasst, bestehend aus einem durchbohrten etwa 1,25 Meter langen, 30 auf 30 Cm. dicken vierkantigen Holzklotz *B*, welcher auf zwei kurzen Schwellhölzern *C* ruht und auf der linken Seite des in der Bohrung stehenden Pumpenrohres ein vierkantiges, aus hartem Holze bestehendes Pressstück, rings umschlossen in einer ausgestemmten Höhlung, und hinter dem Pressstücke ein Keilloch enthält. Durch letzteres wird ein Holzkeil gesteckt und durch Antreiben desselben das nach der Rundung des Rohres gehöhlte Ende des Pressstück gegen das Rohr angedrückt.

Zum Drehen des aufzusetzenden oder abzuschraubenden Rohrstückes dient ein an dem dicken Ende mit einer verstählten Eisenhülse *F* versehener Holzhebel *E*. Die verstählte gebogene Seite der Hülse ist gezahnt; hinter den Zähnen sitzt eine Oese, welche das letzte Glied einer Kette *G* hält, am entgegengesetzten Ende ist die Hülse *F* geschlitzt, um die um das Rohr gelegte Kette aufzunehmen; hinter dem Schlitze sitzt ein Paar verstählter Nasen, in welche das Ende der Kette so eingelegt wird, dass die Schaken der Kette gefasst werden. Durch Anziehen und Stemmen des gebogenen Zahnrades des Hebels *E* wird die Kette fest um das Rohr gespannt und dann der Hebel in der entsprechenden Richtung gedreht. Hierbei beissen sich die Zähne *F* in das Rohr so fest, dass das Rohrgewinde aus der Muffe gelöst oder bei umgekehrt angelegtem Instrumente in der Muffe festgeschraubt werden kann.

Zum Einlassen und Aufholen schwerer Röhrentouren lässt man das Seil der Bohrwinde durch einen Flaschenzug gehen, welcher an einem besonderen, starken, zweibeinigen, hölzernen Bocke aufgehangen wird, falls der leichte Bohrthurm zu schwach zum Tragen einer so schweren Last ist. Ein solcher Bock wird zu diesem Zwecke vorher in dem Bohrthurme aufgerichtet.

Wie im Eingange erwähnt, wird die Bohrarbeit von zusammen 4 Arbeitern besorgt, welche sich in zwei zwölfstündige Schichten von zwei und zwei ablösen. Von den zwei in einer Schicht zusammenarbeitenden Leuten bedient der eine Mann den Kessel, die Dampfmaschine, den Bohrkrückel, das Aus- und Einrücken des Löffelseilhaspels, das Auf- und Abschlagen des Transmissionsseiles der Bohrwinde und das Bremsen beim Einhängen des Löffels und des Bohrzeuges; endlich fängt er

Fig. 79.



Röhrenaufholvorrichtung.

A Röhre. *B* Holzklotz. *C* Schwellhölzer. *D* Keil.

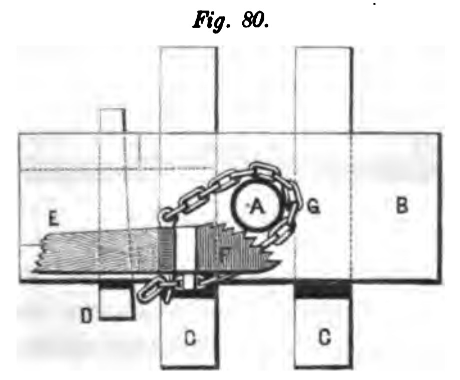
auch das Letztere mit einem Schlüssel ab und stellt diesen mittelst eines Vorsteckers in dem Bohlenbelage fest. Der andere Arbeiter, welcher zugleich Bohrschmied ist, besorgt das An- und Abschrauben des Bohrzeuges, das Festklemmen des Bohrseils an dem Wirbelstück der Verlängerungsschraube, das Anstecken und Abziehen der Pleuelstange, des Bohrschwengels von der Kurbel der Hauptwelle, das An- und Abhängen des Schmiedeblasebalges, welcher mittelst einer Seilleitung von dem Bohrschwengel bewegt wird; er bringt die Bohrstangen in die

zu ihrer Unterbringung im Bohrthurm befindlichen Gestelle, entleert den Bohrlöffel, schärft endlich in der Bohrschmiede die Bohrmeissel und hält das Bohrgezähe im Stande.

Merkwürdig ist dabei, wie dieser eine Mann ganz allein ohne Gehülfen im Stande ist, die schweren Bohrmeissel ins Feuer und auf den Amboss zu bringen und beim Schmieden zu hantieren. Um die glühend gemachten Meisselschneiden abzuhämmern, stellt er dieselben aufrecht, die Schneiden nach oben gegen den Amboss, und zwar in einen seitlich an letzterem vorstehenden eisernen Haken. Der Bohrmeissel ist dann in dem Haken gehalten und der Schmied hat beide Hände zur Arbeit frei.

Bewundernswerth ist die Gewandtheit der Bohrarbeiter, mit welcher sie, lautlos sich gegenseitig unterstützend, bei der

Fig. 80.



Röhrenaufholvorrichtung.
E Holzhebel. *F* gezahnte Eisenhülse. *G* Kette.

Bedienung der Maschinen und in allen Vorrichtungen zusammenwirken. Jede Secunde wird ausgenutzt.

Oelpumpen. Fügte es ein glücklicher Zufall, eine überfliessende Quelle zu erschroten, so ist anfänglich keine weitere Einrichtung nothwendig, sollte diese jedoch versiegen, oder sollte das Oel gleich anfänglich nicht bis an die Oberfläche gestiegen sein — wie in den meisten Fällen —, so muss zum Einbaue einer Pumpe geschritten werden. Diese bildet dann das untere Ende der Pumpröhrentour — Tubingtour —, welche

letztere somit eine Länge fast gleich der Tiefe des Bohrloches bekommt. Auch sie wird allmählich eingesenkt und oben durch Anschrauben neuer Röhren verlängert.

Die Oelpumpen sind Saug- und Hubpumpen und bestehen aus geschweissten, mit Muffen versehenen Eisenröhren. In diese Röhrentour — Fig. 77, Seite 481 — wird an der Stelle, wo der Pumpenkolben *F* geht, ein Stahlrohr und unter diesem ein Verengungsstück — reducing collar — zum Einsetzen des Saugventils *G* eingeschaltet. Unter dem Ventilstück hat die Röhrentour einen entsprechend kleineren Querschnitt. Das Pumpenrohr wird bei den Oelpumpen fast im Tiefsten des Bohrlochs angebracht, um einen möglichst raschen Gang der Pumpen mit etwa 40 Hüben pro Minute zu ermöglichen. Der Hub des

Fig. 81.

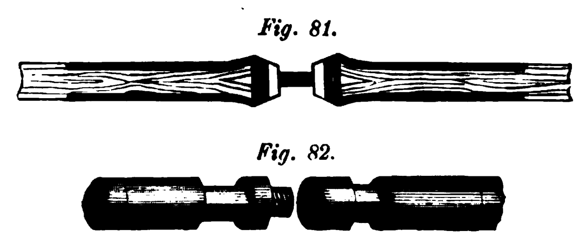


Fig. 82.

Verbindungsmuffen.

Pumpenkolbens beträgt circa 1 Meter. Bei diesem raschen Wechsel bei dem kleinen Kolbendurchmesser von 6 Cm., welchen die Pumpe in dem engen Bohrloch erhalten kann, wird eine ziemlich bedeutende Pumpenleistung ermöglicht.

Das Pumpengestänge — sucker rod — wird aus 7,5 Meter langen und 3,5 Cm. dicken, ausgesucht gut gewachsenen Stangen von Eschen- oder Hickoryholz (eine Wallnussart, Carya alba Mich.), an deren Enden eiserne Muffen angebracht sind, zusammengeschraubt. Nach M. Wrigley giebt es zwei verschiedene in den Fig. 81 u. 82 dargestellte Verbindungsmuffen, welche sich in der Oelgegend bewährt haben. Bei der einen Construction ist die Muffe vor dem Muffenende erweitert und es wird das in der Mitte eingeschobene Stangenende mittelst eines eingetriebenen eisernen Rundkeiles in der Erweiterung festgekeilt, ohne dass Vernietung angewendet wird. Bei der

andern Construction werden die auf Stangen aufgeschobenen Muffen mit zwei eisernen übers Kreuz durchgesteckten Nieten festgenietet.

Fig. 83.



Pumpenventile.

A Druckventil.
B Saugventil.
C Kolben.

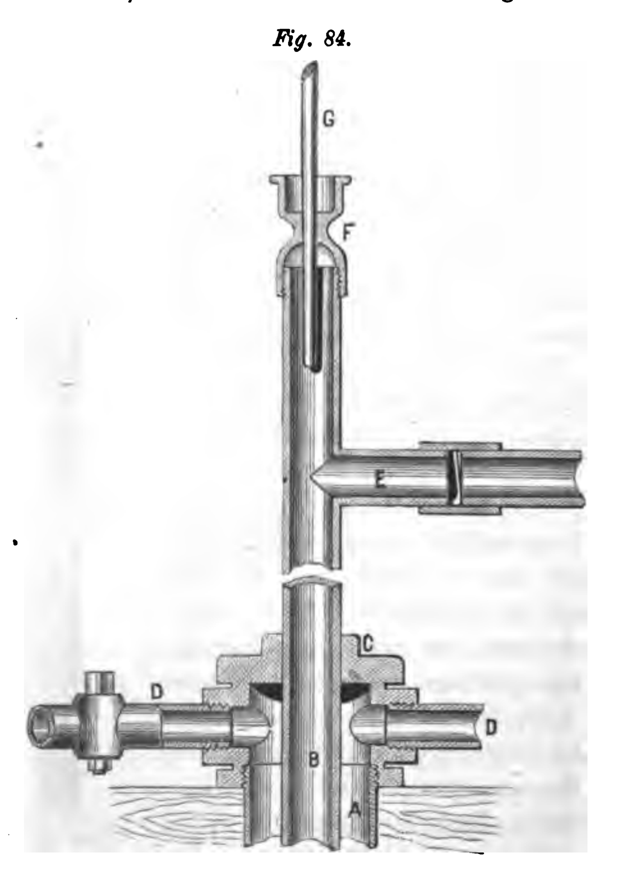
Die Pumpenventile — Fig. 83 — sind durchweg für Kugelventile eingerichtet und ist das Druckventil mit Kolben — upper valve — in Fig. 83 *A* und *C*, das Saugventil — lower valve — in *B* angegeben. Zur grösseren Haltbarkeit ist hier in den Ventilsitzkörper ein Stahlring — steel seat — eingelassen; die Liderung besteht bei dem Kolben aus mehreren übereinander liegenden Lederstulpen, manchmal aber auch aus einem verhältnissmässig hohen kelchartigen, an mehreren Zipfeln aufgehängtem Stulpe.

Das 1,6 Meter lange, innen gut abgedrehte Kolbenrohr ist oben muffenartig erweitert und bildet die Mutter für das unterste Steigrohr, welches aus Pumpröhren — Tubings — hergestellt ist; letzteres reicht circa 1,8—2 Meter über Tag und endigt mit einer messingenen Stopfbüchse Fig. 84 *F*, innerhalb welcher sich das runde oben beschriebene Pumpengestänge bewegt, 1 1/2 Meter über der Erde ist fast unter einem rechten Winkel das Oelabflussrohr *E* angeschraubt, welches das ausgepumpte Oel in den Vorrathbehälter — Fank — leitet.

Das Abdichtungsrohr Fig. 84 *A* — Casing — reicht nur circa 10 Cm. über die Oberfläche und hat aussen eine Schraube eingeschnitten, die in eine im Pumprohrverschluss eingedrehte Mutter passt, womit das Rohr nach oben hin abgeschlossen erscheint. Der Verschluss am Abdichtungsrohr *A* — Casing head — ist aus Gusseisen, wird entweder aus mehreren Theilen zusammengeschraubt oder bildet nur ein Stück; er ist mit einem Hut von 23 Cm. oberen Durchmesser

und 15 Cm. Höhe zu vergleichen, der an seinem Deckel eine Oeffnung besitzt, durch welche nach oben das Pumprohr *B* geht, an seinen Seiten trägt er zwei Muffen mit eingeschnittenen Schrauben, in welche kurze Rohre *D* eingeschraubt wer-

Fig. 84.



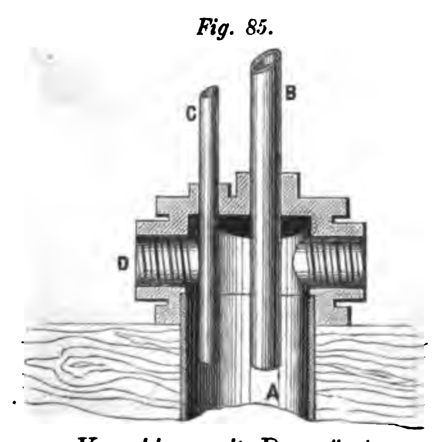
Verschluss der Abdichtungsröhren.

A Abdichtungsrohr. *B* Pumprohr. *C* Verschlusskopf. *D* Gasröhren. *E* Oelabflussrohr. *F* Stopfbüchse. *G* Kolbenstange.

den, die durch Hähne abgeschlossen werden können. Diese Ansätze *D* dienen bei gasreichen Brunnen zum Entweichen der Gase, welche zwischen dem Abdichtungs- und Pumprohre aufsteigen; sie werden entweder allein oder mit Steinkohle gemischt zum Heizen der Dampfkessel verwendet.

Nur bei dickflüssigen und paraffinreichen Oelen, welche sich schwer pumpen lassen, ist Sorge zu tragen, dass das Oel im Pumprohr erwärmt wird und dies geschieht dadurch, dass durch den Verschluss des Abdichtungsrohres — Casing head — Fig. 85 noch ein zweites schmales Rohr — Dampfrohr *C* bis in die ölführende Schicht geführt wird, durch welches vom Kessel des Maschinenhauses Dampf eingeleitet wird und zum Erwärmen des untersten Bohrlochtheiles dient.

Fig. 85.



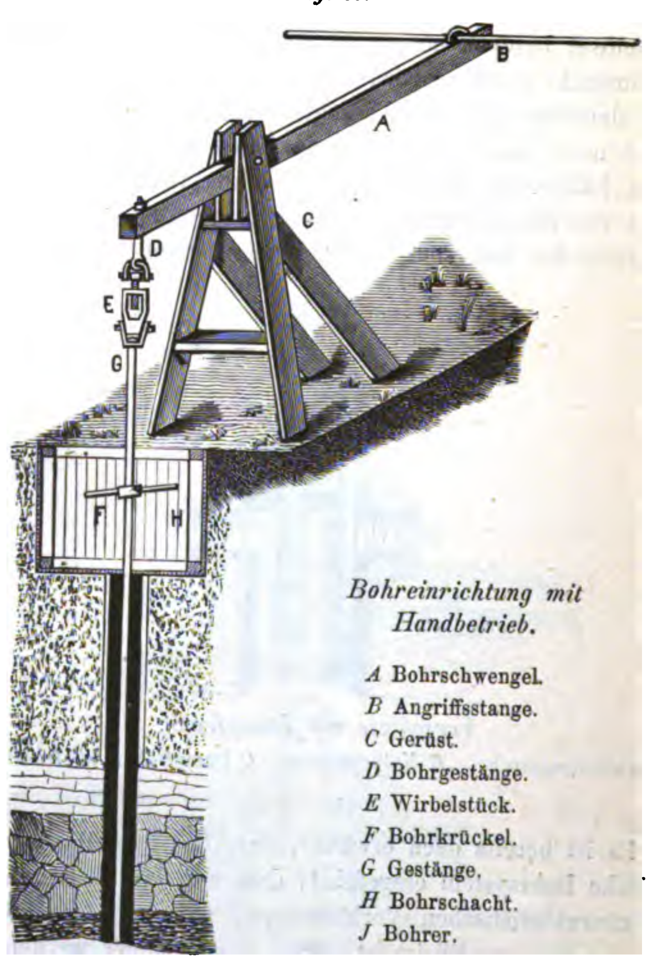
Verschluss mit Dampfrohr.

A Abdichtungsrohr. *B* Kolbenstange. *C* Dampfrohr. *D* Gasabzug.

Es ist bereits oben erwähnt, dass fast überall das amerikanische Bohrsystem eingeführt, dass nur das Verfahren nach den charakteristischen Verhältnissen, wie auf der Halbinsel Apsheron etc., modificirt ist, nichts destoweniger werden nach Lage der Dinge nebenbei auch andere Bohrsysteme benutzt und wird es von Interesse sein, die in Oelheim gebräuchlichen Bohrmethoden näher noch kennen zu lernen.

So hat die Bremer (deutsche) Gesellschaft das oben erst beschriebene amerikanische Seilbohren, welches in Pennsylvanien eine so ausgedehnte Verwendung findet, verlassen, nachdem 2 Löcher niedergebracht waren, welche leider beide in Folge Zerreissens des 40 Mm. starken Hanfseiles verunglückt sind; das eine während des Löffelns, das andere beim Ab-

Fig. 86.





Bohreinrichtung mit Handbetrieb.

A Bohrschwengel.
B Angriffsstange.
C Gerüst.
D Bohrgestänge.
E Wirbelstück.
F Bohrkrückel.
G Gestänge.
H Bohrschacht.
J Bohrer.

bohren. Die Löcher waren mit 320 Mm. Durchmesser angesetzt und sind beide mit 150 Mm. in circa 170 Meter Tiefe sitzen geblieben. Deshalb ist bei dieser Gesellschaft jetzt meist das

Fig. 87.

Bohrprofile bei Oelheim.

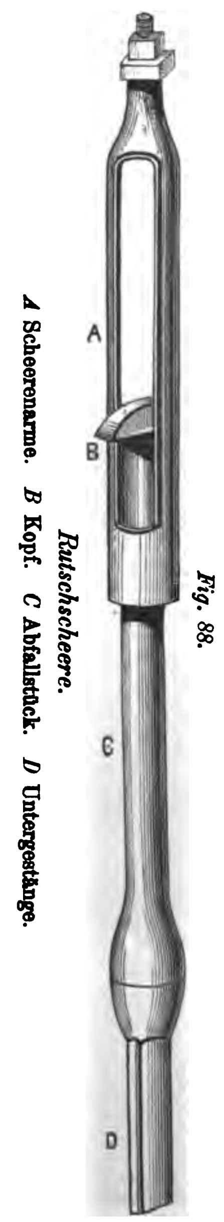


Fig. 88.
Rutschscheere.
A Scheerenarme. B Kopf. C Abfallstück. D Untergestänge.

stossende Gestängebohren mit **Fabian'schem** Freifallstück und Handbetrieb in Anwendung; Fig. 86 zeigt diese Einrichtung.

Die Anwendung der Bohrvorrichtung richtet sich wesentlich nach der zu erstrebenden Teufe des Bohrloches und deshalb ist der obere Durchmesser selten weniger als 400 Mm. Die Fig. 86 zeigt ein im Betrieb befindliches Bohrloch, welches mit Handbohrzeug durch eine Reihenfolge abwechselnder Gesteinsschichten — Fig. 87 — abgeteuft wird.

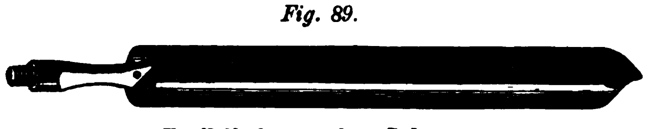
Es ist *H* ein kleiner Bohrschacht, der bis auf das Grundwasser niedergebracht und ausgezimmert ist. In seinem Boden befindet sich zunächst eine eiserne Röhre, der Bohrtäucher, die durch das lose Gebirge bis in die erste feste Gesteinslage niedergesenkt ist und dazu dient, dem Bohrloche eine gerade Richtung zu geben und seine oberen Wände vor dem Zusammenfallen zu bewahren. In dem Bohrloche hängt das aus mehreren Theilen bestehende Bohrgestänge *G* in dem Wirbelstück *D*, welches eine lange Stellschraube *E* zum Nachlassen enthält, sobald das Bohrloch an Tiefe zunimmt. Das Wirbelstück ist an dem kurzen Ende eines langen, auf dem Bohrbocke ruhenden Bohrschwengels *A* befestigt, während an dem langen Ende die Angriffsstange *B* angebracht ist. Auf diese drücken eine gewisse Zahl Bohrarbeiter so, dass das Gestänge an dem oberen Ende gehoben wird und während dieser Hebung erfasst der im Bohrschachte stehende Bohrmeister den Bohrkrückel *F* und giebt dem Gestänge eine kurze Drehung, worauf es wieder in das Bohrloch zurückfällt

fällt und mit der Schneide des Bohrers *J* auf die Sohle des Bohrloches aufschlägt, welche es durch sein Gewicht zertrümmert.

Das Eisengestänge ist im quadratischen Querschnitt 50 Mm. stark. Eine Zeit lang sind auch eiserne Hohlgestänge, aus einzelnen Theilen zusammengeschraubt, angewendet, um eine Gewichtsverminderung im Wasser zu profitiren, da jedoch die Verschraubungen nicht dicht hielten, ist man wieder zum Gestänge mit vollem Querschnitt zurückgekommen.

Um den Aufschlag des ganzen Gewichtes des Obergestänges auf den Bohrer zu verhindern, wird eine Rutschscheere — Fig. 88 — angewendet, sie besteht aus einem gabelförmigen Stück Scheerenarm *A*, dessen Zinken unten durch einen Ring geschlossen sind. Durch diesen Ring geht das Abfallstück *C* und sein flacher Kopf gleitet frei zwischen den Backen der

Fig. 89.



Löffelbohrer oder Schappe.

Gabel, verhindert aber auch, dass das Gestänge *D* sich aus ihnen herauszieht. Beim Anheben greift nun der Ring unter diesen Kopf *B* und nimmt das Gestänge mit sich, beim Niederfallen stösst dagegen der Bohrmeissel auf den Boden des Bohrloches und die Rutschscheere sowie das Obergestänge gleiten an dem Untergestänge so weit abwärts, als es eine über Tage angebrachte, federnde Prellvorrichtung gestattet, daher der Schlag nur durch das Gewicht des Untergestänges ausgeübt wird.

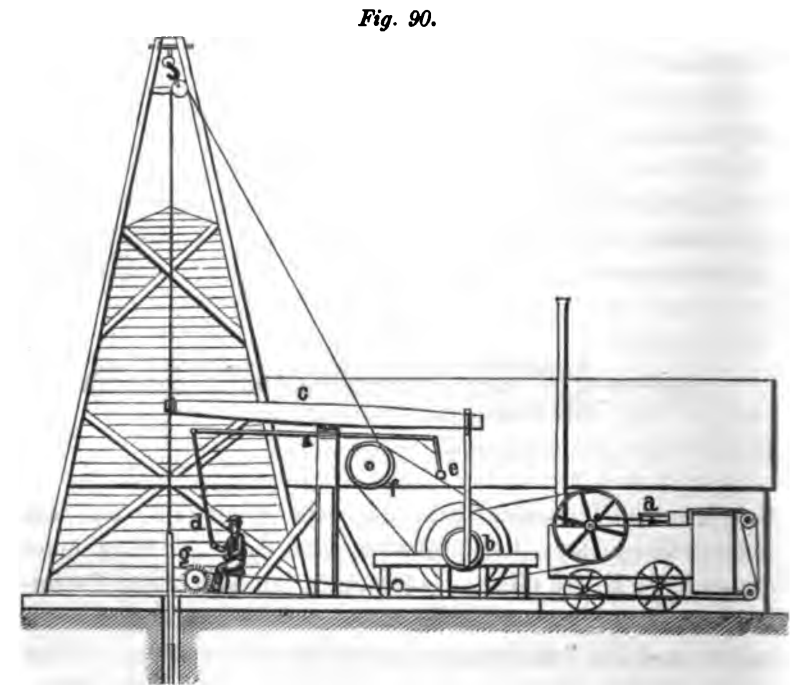
Setzen die festeren dolomitischen Kalksteine aus und treten weiche Schieferthone auf, so wird das Bohren zu einem drehenden Bohren mit steifem Gestänge umgewandelt, indem der Freifallapparat und ein Löffelbohrer, Lehmbohrer, Fig. 89 — Schaber, Schapper oder Schappe, wie er dort im Volksmunde heisst — eingebracht wird.

Der Löffelbohrer dringt mit der verstählten Nase bei drehender Bewegung in den Schieferthon ein, schneidet diesen

ab, sammelt denselben in seinem Cylinderraum und bringt denselben mit sich zu Tage.

Die United Continental Oil Company Limited London hatte für die Bremer Gesellschaft ein Bohrloch in Betrieb, bei welchem sie stossendes Gestänge und Rutschscheere anwendete. Das Bohrloch war mit 310 Mm. Weite angefangen,

Fig. 90.



Oelheim: Bohrmaschine mit Dampfbetrieb.

a Dampfmaschine. *b* Vorgelagsrad. *c* Bohrschwengel. *d* Krückel. *e* Frictionsrolle. *f* Seilhaspel. *g* Stellrad.

dabei waren die Dimensionen des Holzgestänges 68 × 68 Mm. und ging die Arbeit flotter von Statten als irgendwo in Oelheim. Fig. 90 giebt die ganze Anordnung.

Das Bohren geschieht mit Dampf, der Bohrschwengel wird indirect von der Dampfmaschine *a* durch ein Vorgelegsrad *b* angetrieben; wird der Bohrschwengel *c* behufs Aufholen des Gestänges, Löffelns etc. ausgeschaltet, so kuppelt der Bohr-

meister mittelst des Schwengels und Krückels *d* durch Andrücken der Frictionsrolle *e* an die Riementransmission des Seilhaspels *f* ein und dirigirt so das Aufholen schnell und sicher. Zur linken Hand hat der Bohrmeister gleichzeitig das Stellrad *g*, mit welchem er durch Schnurübertragung das Drosselventil an der Locomotive sperren und öffnen kann. Es wurden die besten Resultate erzielt: in einer Woche circa 70 Meter gebohrt.

Im Dorfe Edessen bohrt die Essener Bohrgesellschaft mit steifem Gasrohrgestänge von 34 Mm. Durchmesser und Wasserspülung. Die Einrichtung ist zwar primitiv, es werden aber gute Resultate erzielt. Das Druckwasser wird mit Handpumpe durch einen Hanfschlauch in das Gasrohrgestänge überführt und tritt an den beiden Blattseiten des Meisselbohrers wieder aus, um im Bohrloche unter Mitnahme des feinen Bohrschlammes wieder in die Höhe zu steigen. Der Meisselbohrer ist fest am Gestänge und mit Seitenschneiden versehen. Das Bohren geschieht mittelst Bohrschwengels von der Hand unter Anwendung eines geringen Hubes. Das Bohrloch wurde mit 132 Mm. angefangen und war nach 6 Monaten auf 360 Mm. Tiefe gebracht.

Die Bremer Gesellschaft hatte die Bohrmethode mit Wasserspülung nach Köbrich's Vorschlage mit einem Freifallbohrer zur Anwendung gebracht, indem im unteren Theile des Hohlgestänges ein Fabian'scher Freifallapparat eingeschaltet wurde, so dass das Abfallstück durch den Boden des Hohlgestänges wie durch eine Stopfbüchse sich leicht bewegen und das Druckwasser durch das Abfallstück hindurch am Meissel wieder in den Bohrlochsraum austreten kann. Es wurde in Oelheim hierbei so gearbeitet, dass der Wasserstrom ausserhalb des Instrumentes abwärts und in demselben aufwärts trat; die grössere Geschwindigkeit des aufsteigenden Wasserstromes im engeren Hohlraume des Gestänges ermöglicht das Auswerfen grösserer Gebirgsproben und sogar ganzer Bohrkerne. Leider hat man aber in Oelheim mit der Bohrung Unglück gehabt, der Meissel rutschte an einem festen Gesteinsstücke ab, so dass das Bohrloch schief wurde und es nicht gelang, weiter vorwärts zu

kommen. Die Bohrmethoden mit Wasserspülung finden in Oelheim theilweise Gegner, da beim Bohren in Folge des stark wegfliessenden Wassers leicht Oelspuren übersehen werden können, welche doch einem, das Auspumpen noch lohnenden Oelgehalt entspringen.

Wenn in den Oeldistricten Amerika's das günstige Gesteinsverhalten der hier abgelagerten productiven Steinkohlenformation — Seite 19—23 —, des dieselbe unterteufenden Subcarbon's — braune und schwarze an Fucoiden reiche Schiefer mit untergeordneten Sandstein- und Kalkbänken —, der hierauf folgenden Devon- und zwar zunächst der Chermung-Gruppe — Schiefer und Schieferthone mit Sandsteinen und Conglomeraten, welche in Pennsylvanien das Rohöl bergen, sodann der diese unterteufenden Hamilton-Gruppe — schwarze und graue Schiefer mit untergeordneten Einlagerungen von Mergel etc. — und endlich der das Liegende bildenden Corniferous-Gruppe — vorwiegend Kalkstein, welcher in Canada und Indiana fast ausschliesslich ölführend ist — bei grosser Gleichmässigkeit, Regelmässigkeit und flacher Neigung der Schichtenfolge gestattete und darauf hinwies, das Seilbohrverfahren mit entschiedenem Erfolge und einem Minimum von Zeitaufwand ausschliesslich zur Anwendung zu bringen, so ist im nordwestlichen Deutschland mit wesentlich anderen zum Theil grössere Schwierigkeiten bereitenden Gesteinsverhältnissen zu rechnen, welche es unzulässig erscheinen lassen, nur ein Bohrsystem zur Anwendung zu bringen — Seite 489 —.

Mächtige erratische Blöcke, in die diluvialen Sande eingebettet, behindern häufig auch einen raschen Verlauf der Bohrungen. Der im nordwestlichen Deutschland verhältnissmässig sehr grosse Wasserreichthum, die diluvialen Sande und thonigen Schichten, sowie rücksichtlich des oft raschen Wechsels von festen und mürberen Gesteinsschichten erfordern diese auch eine sehr gute Verrohrung und ist auch dadurh die Wahl der Bohrmethode abhängig und beeinflusst.

Während in den amerikanischen Oeldistricten Bohrlöcher unter mittleren Verhältnissen bis 300 Meter, unter günstigen Verhältnissen sogar bis 500 Meter in 35 Tagen à 24 Stunden

— Seite 468 — erbohrt werden, sonach per Tag 10 bis 12 Meter Bohrlochtiefe mit dem Seilbohren erzielen, weisen die in der Oelzone N. W. Deutschlands zur Zeit im Betriebe befindlichen Bohrungen mit dem steifen Gestänge und Freifallapparat per Tag ca. 4 Meter durchschnittlichen Bohrlochfortschritt, in der Steinsalzformation — Seite 33 — (Trias) angelangt, regelmässig ca. 8 Meter per Tag nach, nähern sich sonach den amerikanischen Verhältnissen; wogegen mit Wasserdruckbohrung — Oedesse — in abwechselnden Schieferthon- und Sandsteinschichten etc. noch nicht ein Meter pro Tag erzielt wird.

Ueber den Oelheimer etc. Betrieb — Seite 34 — ist im Allgemeinen noch Folgendes zu erwähnen.

Die Bohrthürme werden ausschliesslich aus Holz aufgeführt, nur zwei schlanke eiserne Thürme, welche beim amerikanischen Seilbohren verwendet wurden, stehen als Ausnahmen da. Die Thürme sind fast alle zu niedrig, so dass bei dem Aufholen des Gestänges dasselbe in einzelne kurze Stangen zerlegt werden muss.

Das Verrohren der Bohrlöcher erfolgt in den oberen Teufen bei grösseren Weiten durch vernietete Blechrohre, bei geringen Weiten durch gezogene Rohre mit Gewinde.

Als Motoren zum Betriebe werden meist Locomobilen verwendet, nur die Bremer Gesellschaft besitzt stationäre Dampfkessel und Maschinen, letztere sind amerikanischen Ursprungs, haben hohe Kolbengeschwindigkeiten bis 400 Touren pro Minute, kleine Dimensionen und Drehschiebersteuerung.

Sind in einem Bohrloche so viel Oelspuren, dass sich das Auspumpen lohnt, so wird am schwachen Eisengestänge der Pumpenkolben eingehängt und mit dem Pumpen begonnen. Da die Bohrlöcher verrohrt werden, das Oel stets oben aufschwimmt, so würde, sobald eine ölführende Gesteinsschicht verrohrt ist, das aus derselben kommende Oel auch abgeschlossen bleiben; man wird also eine ölführende Schicht, die bauwürdig erscheint, erst entölen und erst später zur Aufschliessung neuer Schichten das Bohrloch tiefer bringen.

Der ausgeprägte Typus, den die Anordnung einer Pumpenanlage in Oelheim angenommen hat, ist folgender: Von der

Riemenscheibe der Locomobil-Schwungradwelle wird eine grosse Scheibe angetrieben und sehr häufig betreibt dieselbe Locomobile gleichzeitig noch die Pumpe eines benachbarten Bohrloches durch eine Seiltransmission. Die Welle jener Scheibe ist auf einem Eisengestelle verlagert und am Krummzapfen derselben Welle greift die Kurbelstange an, welche an einem Ende eines gleicharmigen Balanciers hängt, an dessen anderem Ende direct die Pumpenkolbenstange gekuppelt ist. Der Balancier ist ein T Eisenträger, der an der Oberseite noch tragwerkartig versteift ist und die beiden Stangen in Universalgelenken trägt, welche durch zwei nahe unter- und senkrecht zu einander stehende Lagerachsen gebildet werden, um Ungenauigkeiten der Montirung unschädlich zu machen.

Die Pumpen mit 80—160 Mm. Durchmesser machen durchschnittlich 40 Touren pro Minute bei 0,6—1 Meter Hub und werden so lange in Gang behalten, bis entweder das Bohrloch völlig erschöpft ist oder wegen Versandungen gereinigt werden muss. In Pennsylvanien wie in Oelheim wird das Erdöl in Verbindung mit Salzwasser emporgepumpt. Je salziger das Wasser, für desto ölreicher hält der Oelgräber in Pennsylvanien seine Quelle. Am Oil creck hat das Wasser ungefähr 2 höchstens 3 % Salzgehalt; in Oelheim fast 7½ %; dem Amerikaner würde dieser so starke Salzgehalt einen grossen und lange andauernden Oelertrag gewährleisten. Das gepumpte Gemisch von Salzwasser und Rohöl fliesst in eiserne Behälter ab, aus welchen das Salzwasser mittelst eines stellbaren Knierohres über dem Boden constant abläuft, während das obenauf schwimmende Rohöl sich ansammelt und von Zeit zu Zeit durch ein hölzernes Rohr abgelassen und in die bekannten blau angestrichenen, aus Amerika stammenden Petroleumfässer oder Barrels (ein Barrel ist gleich 163,5 Liter, wird aber vielfach abgerundet als 160 Liter angenommen) gefüllt wird oder das Oel wird direct durch Röhrenleitungen — Pipe lines — in die Raffinerien geleitet. Ueber die Transportmittel des Rohpetroleum findet sich das Nähere am Schlusse dieses Kapitels.

In Galizien, wo die Lagerung auch verschiedene Eigenthümlichkeiten zeigt, werden neben Handbohrung die mannig-

fachsten Versuche mit den verschiedensten Maschinenbohrsystemen gemacht und wird, ob mit Recht oder Unrecht, das canadische Gestängebohrsystem bevorzugt; es unterscheidet sich von dem pennsylvanischen Seilbohrer nur dadurch, dass das Seil durch Holzstangen ersetzt ist; beide Systeme eignen sich aber nur bei ziemlich gleichmässigen Gebirgsschichten und Bohrlöchern von mittlerem Durchmesser.

In Baku und Umgegend stellen sich dem Bohren auch grosse Schwierigkeiten entgegen, es findet sich dort meistens poröses Gestein, welches zwischen dichteren Schichten eingelagert ist, andertheils besteht aber auch das Terrain aus Thon und Letten, welches bei hohem Hub der Bohrmeissel diese zu tief einsinken lässt; ein Hauptmangel ist aber das gänzliche Fehlen von guten brauchbaren Stahlmeisseln. Die in Baku zur Anwendung kommenden sind durchweg aus Eisen, die stählerne Schneide ist nur angeschweisst und ist diese schon bei geringem Hub und etwas härterem Steine leicht gefährdet, zu einem hohen Hube ist dieselbe unbrauchbar.

Beim Bohren nach Petroleum ist besonders zu erwägen: 1. wie tief man im Maximum bohren will und 2. ist das zu durchbohrende Gebirge bei der Wahl der Methode zu berücksichtigen.

In der Wirklichkeit wurden beim Petroleumbohren nachfolgende Methoden in Anwendung gebracht:

1. Die gewöhnliche alte Drehbohrung in Hannover und Baku.
2. Die gewöhnliche Stossbohrung, früher in Galizien und Baku.
3. Die amerikanische Seilbohrung, in Pennsylvanien, Oelheim, Galizien und Baku.
4. Die Freifallbohrung mit gewöhnlicher Fabian'scher Schere in Oelheim, Elsass, Galizien, Ungarn, Rumänien, Baku.
5. Die Wasserspülmethode, stossend und drehend in Oelheim, Elsass, Galizien.
6. Dieselbe Methode in Verbindung mit Freifallschere, Oelheim, Galizien, Baku.
7. Die canadische Methode in Canada, Oelheim, Galizien, Rumänien, Ungarn.

8. Freifallbohrung mit selbstthätigem Abfall, mit und ohne Wasserspülung, Galizien.

Die ersten beiden Methoden eignen sich nur für kleine Bohrlöcher und geringe Tiefen.

Im Allgememeinen ist bei Oelbohrungen besonders zu berücksichtigen:

1. Entsprechend grosser Bohrlochdurchmesser.
2. Bei grösserem Andrang von Tageswässern, Absperrung derselben.
3. Grösste Sicherheit des Betriebes.
4. Grösste Billigkeit in der Ausführung bei Einhaltung der obigen 3 Bedingungen;

denn ein Petroleumwerk kann nur auf die Dauer bestehen, wenn gut und billig gebohrt wird, weil fortwährend und viel gebohrt werden muss.

Torpedo. Die meisten amerikanischen Bohrlöcher zeichnen sich nicht besonders durch Ergiebigkeit aus, geben wenig Petroleum, werden bei grösserer Tiefe leicht verstopft und lassen so das Ausbringen theuer zu stehen kommen. Zur Vergrösserung der Productivität der Bohrlöcher hat man seine Zuflucht dazu genommen, dieselben in grössere Tiefen zu führen und ihren Querschnitt zu vergrössern, ohne indessen dem erhöhten Aufwande entsprechenden Erfolg zu erzielen. Beachtenswerth war daher die Idee (1862) von Colonel E. A. L. Roberts, die Ausbeute an Petroleum durch künstlich herbeigeführte Explosionen in dem petroleumführenden Sande zu erhöhen, nur bestand die Schwierigkeit darin, Explosionen in einer Tiefe von manchmal 500 Meter auszuführen, ohne die Bohrlöcher zu beschädigen. Roberts löste die Aufgabe mit Glück, doch gelang es ihm nicht sogleich, seine Methode in der Praxis zu verwirklichen. Captain Mills war es endlich, welcher 1863 — on the Ladies well — in Watson flats, in der Nähe von Titusville, einen Versuch mit Torpedos anstellte; zwei Explosionen wurden ausgeführt und gute Resultate erhalten: die Bohrlöcher blieben unversehrt und ihre Ausbeute stieg. Der Ruf von den Erfolgen Roberts' verbreitete sich über die

Petroleumgegend und es fanden sich mehrere Besitzer bereit, die Roberts'schen Torpedos an ihren Bohrlöchern zu versuchen. Ueberall waren die Versuche durch Gelingen gekrönt; indess datiren Roberts' eigentliche Erfolge erst seit 1866, als er seine Versuche in dem Woodin well auf der Bloodfarm begann; dieses Bohrloch war ein „dry hole" — Seite 22 —, welches kein Petroleum gab. Nach der Explosion des ersten Torpedo erschien das Petroleum in grösserer Menge und lieferte pro Tag 20 Barrels; nach Monatsfrist ergab eine zweite Explosion eine noch grössere Ausbeute und das Bohrloch lieferte täglich 80 Barrels.

In der Gegend von Woodin wurde äusserst wenig Petroleum aufgebracht und man begann bereits an das Aufsuchen neuer Petroleumquellen zu denken, als durch diese Versuche der gute Ruf der Torpedooperationen begründet wurde und die Ausbeute an den Quellen des Oil-Creek im Jahre 1867 bedeutend steigerte. Das Mathew Brown well No. 6 in Fairview township, Butler county, Pennsylvania, lieferte nach einer Torpedoexplosion innerhalb 24 Stunden 300 Barrels.

Roberts verwandte zu seinen Torpedos Nitroglycerin, errichtete zu dem Zwecke eine Fabrik in der Nähe von Titusville und schon im Jahre 1872 wurden gegen 25 Tonnen à 20 Centner Nitroglycerin von den Petroleumquellen verbraucht. Die Torpedos haben sich über die ganze Oelregion verbreitet und hatten überall den besten Erfolg, so dass gegenwärtig etwa ein Drittel des ganzen in Nordamerika gewonnenen Petroleum auf die Arbeit mit Torpedos gerechnet wird.

Durch die Anwendung der Torpedo sind in Nordamerika die als resultatlos erbohrten Bohrlöcher — dry holes — auf ein Minimum herabgedrückt, während sonst die „Dry holes" gegen 15 % der Bohrlöcher betrugen.

Oelquellen und **Gasquellen.** Bei dem Vorkommen des Erdöles Seite 22 ff. sind die Oel- und Gasquellen bereits im Allgemeinen berücksichtigt worden.

Die Oelquellen oder überfliessenden Brunnen — flowing wells — sind nicht etwa in die Kategorie der arte-

sischen Brunnen zu rechnen, welche auf dem Principe der communicirenden Röhren beruhen, sondern sind die Wirkungen gespannter Gase, welche mit einer ölführenden Schicht in Verbindung stehen, und nachdem durch den Bohrer ein Gas- und Oelreservoir erschlossen ist, wird die Oelquelle so lange in Thätigkeit sein, bis die Spannung der Gase vermöge der Volumvergrösserung soweit herabgesunken ist, bis sie dem Drucke der Rohölsäule im Bohrloche das Gleichgewicht hält.

In diesem Stadium würde bei einem circa 300 Meter tiefen Bohrloche und bei einer durchschnittlichen Dichte des Rohöles von 0,800 der Druck an der Sohle des Bohrloches auf 100 Kilogramm pro Quadratcentimeter oder 35 Atmosphären sein. Da jedoch die Spannung der Gase beim Uebersprudeln des Rohöles noch bedeutend höher gewesen sein musste, so wirft sich unwillkürlich die Frage auf, ob nicht etwa ein Theil derselben oder vielleicht die ganze Menge des Gases ursprünglich im Rohöle gelöst gewesen war. Leider liegen hierüber keine directen Versuche vor. Viele der „flowing wells" sind intermittirend übersprudelnd in regelmässigen Zwischenräumen. Eines der berühmtesten dieser Art war der Lady Hunter well, vier Kilometer von Petrola City (untere Oelregion) entfernt, welches nach einer halbstündigen Ruhe aus der Tiefe des Bohrloches Getöse vernehmen liess. Grosse Gasblasen sprudelten herauf und plötzlich stieg mit grosser Heftigkeit ein Oelstrahl, in der ersten Zeit bis zu 30 Meter in die Höhe. Die ersten Tage soll dieses Well täglich 4770 Hectoliter = 3000 Barrels Rohöl geliefert haben.

Mehr oder weniger übersprudelnde Quellen kommen in fast allen Oelländern vor, durch Quellen aber von bedeutender Grösse zeichnet sich die Halbinsel Apscheron aus; Marco Polo — Seite 7 — erwähnte deren Existenz schon vor 500 Jahren und werden in jener Gegend je nach der Heftigkeit, mit welcher die Quellen entsteigen, „vernünftige", „unvernünftige" und „wahnsinnige Fontänen" genannt, welche letzteren das Bohrzeug und Sand mit auswerfen; die vernünftigen lassen sich mittelst starker eiserner Schiebervorrichtungen oder eiserner Deckel mit Seitenhahn absperren, den unvernünftigen

und wahnsinnigen muss man freien Lauf lassen. Das Austreten erfolgt mit donnerartigem Schall und macht die Erde erzitternd, bis sie sich allmählich beruhigen und „vernünftig" werden.

Das vor einiger Zeit colportirte Gerücht, der Druck bei einer wahnsinnigen Oelfontaine sei ein so grosser, dass dadurch eine 75 Mm. starke eiserne Gussplatte zerbrochen, ist dahin zu berichtigen, dass der mit dem Oele ausgetriebene Sand und Grand, wie bei Sandgebläseapparaten, auch Löcher durch starke Eisenplatten bohrt, resp. förmlich frisst. Gebrüder Nobel bewahren eine 75 Mm. starke Gussplatte mit Sanddurchlochungen auf.

Des Interesses halber mögen über die Mächtigkeit einzelner Quellen einige Beispiele angeführt werden.

1873 wurde eine der „Khalify Compagny" gehörige Quelle erschlossen, welche einen 15 Meter hohen Strahl von solcher Mächtigkeit lieferte, dass alle Versuche, die Quelle zu stopfen, vergeblich waren und eine Unmenge Erdöl verloren ging. 1875 wurde in einer Tiefe von 100 Meter eine Quelle erbohrt, welche alle 24 Stunden 2400 Tonnen Oel hervorsprudelte und im Laufe eines Monats 4 ungeheure Oelseen bildete. 1877 stiess die Firma „Gebrüder Orbelovi" bei 70 Meter auf Oel, welches per Tag in Mengen von 1600—4800 Tonnen hervorsprudelte; die Gesammtmenge, welche auf diese Weise verloren ging, betrug 160,000 Tonnen.

1883 sind aber die merkwürdigsten aller Quellen entdeckt worden, welche in Amerika nicht ihres Gleichen haben; so wurde aus einem Lianozoff gehörigen Bohrloche 3/4 Stunde lang trockner Sand 100—150 Meter in die Höhe geschleudert, ehe Oel zu fliessen begann und es entströmte eine so furchtbare Menge Gas, dass den ganzen Tag über die Gegend von Balakhany wie vergiftet war; später erreichte das ausströmende Oel eine Höhe von 70 Meter. Diese ausserordentliche Höhe ist einige Monate später von der Droojba-Quelle übertroffen worden, deren Strahl in Zwischenräumen bis zu 100, selbst 120 Meter stieg. Diese Riesenquelle der Firma: Gebrüder Nobel lieferte täglich in den letzten Jahren 8000 Tonnen, es mussten aber erst 100 Millionen Liter Oel abfliessen, ehe die

Mündung gestopft werden konnte. Am 29. Juli 1883 platzte das Bohrloch No. 9 (Nobel) in Folge inneren Druckes und sind bis zum 23. August 1883 über 2 Millionen Centner Oel ausgeworfen.

Jetzt ist bei Baku, wo sich auf einer Fläche von 5 Quadratkilometer etwa 500 Bohrlöcher befinden, von denen ein Drittel im Betriebe, ein anderes Drittel in Arbeit und das letzte Drittel verlassen, also verunglückt oder erschöpft ist, das Terrain so aptirt, d. h. zum Gebrauche zurecht gemacht, dass dann die heraussprudelnde Flüssigkeit sich auf kleineren oder grösseren Wasserbecken sammelt, aus welchen dann das Oel abgeschöpft und in geeignete Behälter gebracht wird, worüber weiter unten Mittheilungen gemacht werden. Zur Anlage dieser Wasserbecken eignet sich besonders das dortige thonige Terrain.

Die technische Verwerthung der den Gasbrunnen entströmenden Gase ist Seite 23 und 25 angegeben.

500 Kilometer von Pittsburg entfernt sind zwei Gasquellen, welche eine Tiefe etwas über 500 Meter haben; von diesen lieferte die Buresquelle kein Oel, sondern nur Gas, während die Dalmaterquelle früher täglich 1600 Liter Oel ausgab, jetzt aber nur noch Gase, welche unter einem so hohen Druck ausströmen, dass man mit einer Hand ein Bleiloth von 800 Kilogramm Gewicht herausziehen kann. Die Gase dieser Quelle werden durch verschiedene Röhren abgeleitet und versorgen die ganze Nachbarschaft mit Licht und Wärme. Aus einer der Nebenröhren strömt brennendes Gas aus und bildet eine Feuersäule, welche sich manchmal bis über 20 Meter erhebt. Ihr Geräusch ist so stark, dass man es Nachts bis in einer Entfernung von 25 Kilometer hören kann; kommt man ihr etwa bis 6 Kilometer nahe, so glaubt man, ein Bahnzug fahre ganz dicht vorüber und in noch kleinerer Entfernung ist der Lärm so gross, als ob 1000 Dampfmaschinen ihren Dampf abbliesen, während wenn man sich auf 200 Meter nähert, er wie fortwährender Kanonendonner lautet. In einer Entfernung von 12 Meter ist alles um die Flamme herum verbrannt und der Boden sieht wie Lava aus; etwas weiter hinaus herrscht tropische Vegetation, selbst im Winter, wenn die Berge, welche das Thal einschliessen, ganz mit Schnee bedeckt sind.

In manchen Oelgegenden entströmt fast jedem Oelbrunnen Gas, welches durch Unvorsichtigkeit entzündet, Veranlassung zu bedeutenden Bränden geben kann. So lieferte z. B. in der nordamerikanischen Oelregion East Sandy fast jêder Oelbrunnen ganz bedeutende Quantitäten Gas, so dass sich die dort entstandene Stadt den Namen „Gas-city“ beilegte; durch Unvorsichtigkeit fingen bei einem Brunnen dieses Districtes die ausströmenden Gase Feuer, welches erst nach Jahren erlosch.

Brennende Oelwells sind durchaus keine Seltenheiten. Die bei zunehmender Teufe der Bohrlöcher in den galizischen Petroleumterrains sich stetig mehrenden Gasexhalationen haben besonders durch Einführung der Dampftiefbohrungen mehrfach zu Bohrlochbränden Veranlassung gegeben, so in Polana und Siary etc. und dies nur aus Mangel an hinreichender Fachkenntniss und Vernachlässigung der Pflichten in der technischen Leitung, indem sich die Gase an dem Feuer der Locomobile entzündeten. Häufig sind aber auch Brände entstanden durch die Unvorsichtigkeit der Arbeiter, dass sie sich in der Nähe der Bohrbrunnen eine Pfeife anzündeten, es ist aber auch vorgekommen, dass die Kleider der direct aus gasreichen Schächten kommenden Arbeiter am Feuer sich entzündeten und so indirect zu einem Bohrlochbrande Veranlassung gaben. Beim Anbohren des Oels in einem Bohrloch No. 25, den Gebüder Nobel gehörig, explodirte im Jahre 1873 das Gas und schleuderte das Bohrgestänge von 160 Meter Länge heraus.

Um nun Gasexplosionen überhaupt, deren Entstehung von im Betrieb befindlichen Maschinen herrührte, vorzubeugen, wäre es wohl angezeigt, die flüssige Kohlensäure in den Dienst der Petroleumindustrie zu stellen; einestheils in Folge ihrer Ausdehnungsfähigkeit als Motor, also zum Betriebe der Locomobilen, als auch als Feuerlöschmittel. In einem kleinen Volumen der flüssigen Kohlensäure ist eine ungeheure Arbeitskraft aufgespeichert und ein ganz bedeutendes Kältemagazin vorhanden, wovon jeden Augenblick Gebrauch gemacht werden kann, da beim Oeffnen des Hahnes oder Ventiles des Gefässes, in welchem sich die flüssige Kohlensäure befindet, diese das Bestreben zeigt, unter gleichzeitiger Druckausübung in ihr ur-

sprüngliches Volumen, welches ja das 450fache der flüssigen Säure ist, zurückzukehren. Der Druck der flüssigen Kohlensäure ist bei verschiedenen Temperaturen nachstehender:

Temperatur	0°	+ 10°	+ 15°	+ 30°	+ 40°	+ 50° C.
	38	46	51	73,8	91	100,4 Atmosphären.

Die Verwendung der flüssigen Kohlensäure, Feuer zu ersticken, beruht auf dem Princip, dass in einer Luft, welche eine bestimmte Menge Kohlensäure — 17 bis 20 % — enthält, kein Feuer existiren kann; auch hat die flüssige Säure den ungeheuren Vortheil, dass bei einem etwaigen Brande, sei es auch nur des Bohrschachtes oder der Bohrkaue, kein Wasserschaden etc. noch Betriebsstörung eintreten kann.

Sammelbehälter — Well-tanks —; **Petroleumleitungen** — Pipe lines —; **Vorrathsbehälter** — Storage-tanks —.

Sobald ein Bohrloch in Arbeit genommen wird, wird auch gleichzeitig mit der Aufstellung der Sammelbehälter begonnen und kommen dieselben meist unmittelbar neben den Bohrthurm zu stehen; nur bei Baku sind dieselben der eigenthümlichen Verhältnisse wegen zuweilen in weiterer Entfernung aufgestellt.

In Pennsylvanien etc. wird von dem Mundloche des Wells das Oel durch Canäle von Holz oder Thon in die Behälter geleitet und sind diese Tanks gewöhnlich hölzerne, oben wenig verengte Bottiche von verschiedener Grösse, welche durch eiserne Reifen resp. Bänder zusammengehalten werden und einen Fassungsraum von 250—650 Barrels haben oder die Tanks sind aus Eisenplatten construirt und die gereinigten Nieten und Fugen verzinnt, dieselben vermögen dann etwa 2500 Barrels Oel aufzunehmen. An den tiefsten Stellen der Tanks ist in der Mantelfläche ein grosser Hahn angebracht, an welchen sich die Röhrenleitung — Pipe line — anschliesst, um das Rohöl in die grossen Vorrathsbehälter — Storage-tanks — an Seeplätze oder an Bahnstationen zu leiten — Fig. 91, Seite 510 —.

Obgleich es nahe lag, die einfache und billige Beförderungsweise, welche für Quellwasser etc. schon lange in Anwendung war, auch für den Oeltransport zu benutzen, so war doch in der ersten Zeit der amerikanischen Petroleumindustrie nur der

Fässertransport zu Wasser oder Bahn gebräuchlich. Diè Fässer wurden aus Eichenholz in der Grösse fabricirt, dass ihr Inhalt 40—42 Gallonen = 1 Barrel fasste und mit eisernen Reifen versehen — Seite 498 —; Fässer also wie sie jetzt noch zum Petroleumtransport dienen. Um das Lecken der Fässer zu verhindern, werden dieselben, wenn sie vom Böttcher kommen, einer eigenen Manipulation — Dichtung der Petroleumfässer — unterworfen, nämlich circa 24 Stunden erhitzter Luft ausgesetzt, um die Poren des Holzes zu öffnen, darauf wird das erhitzte Fass in einen Rahmen gespannt, welcher die Umdrehung des Fasses nach jeder Richtung zulässt und endlich heisser Leim eingegossen, welcher durch Schwenkungen möglichst gleichförmig über die Innenfläche vertheilt wird. Ist dies geschehen, so wird mittelst einer durch das Spundloch eingeführten Röhre soviel Luft eingepresst, dass ein Druck von etwa 5 Kilogramm auf den Quadratcentimeter kommt, in Folge dessen der Leim in jede Fuge, Riss und Spalte eindringt und den Luftzutritt nach dem Erkalten vollständig verhindert. Der Druck wirkt oft so stark, dass der Leim auf der Aussenseite des Fasses heraustritt.

Die Uebertragung des Röhrenleitungsystemes auf das Rohöl bedurfte doch noch des amerikanischen Unternehmungsgeistes, wenn die kurze Ergiebigkeitsdauer eines Wells berücksichtigt wird und wenn man bedenkt, welch kolossales, reich verästeltes Röhrennetz nothwendig war, um diese Aufgabe zu lösen, und doch lag im letzteren Umstande gleichzeitig die Aufforderung, diese Methode zu adoptiren, indem, wie die Statistik lehrte, riesige Oelmengen zu bewegen waren. Nach Erfüllung hat der Gebrauch der Pipe lines eine wunderbare Revolution in dem Transportwesen des Rohöles hervorgebracht.

Die erste erfolgreiche Leitung war von Samuel van Syckle aus Titusville von Pithole bis Miller's Farm hergestellt und hatte eine Ausdehnung von 4 engl. Meilen. In demselben Jahre begann Henry Harley eine Leitung von Benninghof bis Shafferfarm zu legen, welche im nächsten Frühjahr fertig gestellt wurde; dann begann die Firma Abbiot & Harley zu bauen, bis sich mehrere Gesellschaften bildeten wie:

United Pipe Lines.
Tide-Water Pipe Company.
Smith's Ferry Transportation Company.
West Virginia Transportation Company.
Franklin Pipe Lines.
Octave Oil Comp. Pipe Line etc.,

so dass im Jahre 1880 30 Gesellschaften im Besitz einer Gesammtlänge von 3450 Kilometer = 2300 englischen Meilen aller Röhrenstränge waren, darunter besitzt die hervorragendste „United Pipe Lines" 700 Kilometer, zwei andere je 500 Kilometer.

Der Röhrendurchmesser beträgt 1 bis 12 englische Zoll, am gebräuchlichsten sind die 2½zölligen Röhren = 6 Centimeter, denn diese sind in einer Länge von 1800 Meilen vertreten, dann folgen die 3 inch pipe = 7,5 Centimeter, die Länge beträgt 300 Meilen, grössere oder kleinere Durchmesser finden sich nur wenig, um die Extreme zu wählen von den 12 inch pipe = 30 Cm. 125 Meilen und von den 1 inch pipe = 2½ Cm. nur 9 Meilen. Jede Röhre ist aus Schmiedeeisen über dem Dorn gewalzt und wird auf einen innern Druck von 1200 Pfund pro Quadratzoll = 84 Kilogramm pro Quadratcentimeter geprüft. Die Verbindung der Röhren geschieht durch Muffen und finden sich Flanschen nur an jenen Stellen, wo eine Röhrentour geschlossen wird.

Die Pipe lines liegen einfach über dem Erdboden, nur bei Strassenübergängen oder Bahnkreuzungen werden dieselben versenkt. Flüsse und Ströme werden auf die Weise überschritten — falls nicht Brücken benutzt werden können —, dass ein starkes Drahtseil gespannt und daran der Röhrenstrang aufgehängt wird. An verschiedenen Stellen sind die Leitungen mit Hähnen und Vorrichtungen versehen, um neue Wells anschliessen zu können und in der Hauptlinie der Leitungsanlagen sind in entsprechenden Entfernungen und namentlich in Thälern Pumpstationen eingerichtet, welche das von dem Oelgebiete kommende Rohöl aufnehmen und weiter befördern.

Jede Pumpstation besitzt zwei Reservoirs von 795 bis 3000 Hectoliter oder 500—2000 Barrels Fassungsraum, zwei

oder mehrere kräftige Pumpen nach dem Worthington oder Cameron System, Dampfkessel und ein Bureau, welches, wie das in Amerika allgemein üblich, eine Telegraphenleitung hat, durch welche jede Station mit dem Centralpunkte in einer der hervorragendsten Oelstädte in Verbindung steht. Die Druckpumpen sind liegend, direct wirkend, haben langen Hub, weiten Dampf- und engen Oelcylinder und einen der Röhrenleitung entsprechenden Windkasten.

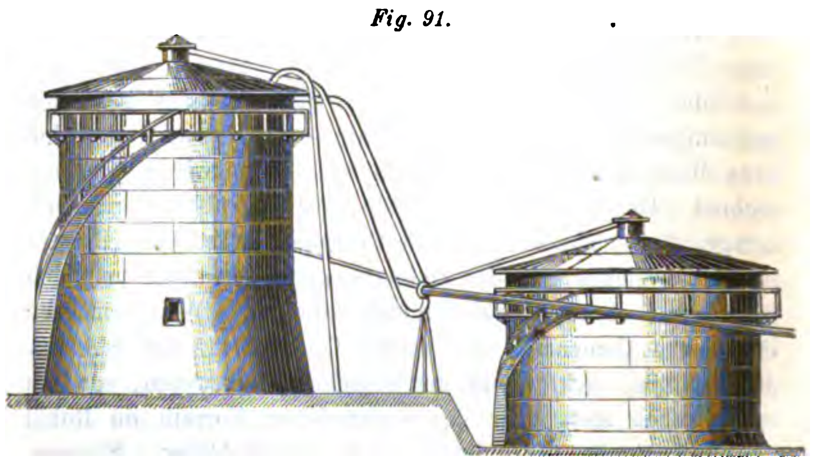
Von jeder Pumpstation gehen nach verschiedenen Richtungen Nebenstränge, welche das Oel von den vielen nachbarlichen Brunnen zuführen. Jeder der letzteren besitzt seinen oder seine Tanks genau geaicht, und bevor der Inhalt in einen jener Nebenstränge fliesst, wird derselbe unter gegenseitiger Controle von Eigenthümer und Pipe line Company gemessen und aufgeschrieben. Ist der Abfluss eingestellt, so findet eine neue Messung statt und die abgelassene Rohölmenge wird berechnet. Der Eigenthümer erhält über die abgelieferte Oelmenge, für welche die Pipe line Company haftet, ein „Certificat", welches auf der Oelbörse gehandelt wird und den Gegenstand der Speculation bildet. Auf diese Weise sind die Pipe lines Companies die besten Quellen für die Statistik des Rohöles, nicht allein der einzelnen Oelbrunnen, sondern mögen auch stets über den vorhandenen Vorrath an Rohöl Auskunft zu geben, denn die grossen Vorrathsbehälter — Storagetanks — sind zugleich Standard-tanks, welche 20 bis 30 selbst 35000 Barrels Fassungsvermögen haben; so hatte April 1882 die United Pipe lines Company in Tanks von verschiedener Grösse einen Vorrath von 20 Millionen Barrels Rohöl.

Es ist wohl selbstverständlich, dass kein Certificatbesitzer das ursprünglich an die Transportgesellschaft abgelieferte Rohöl wieder bekommt, sondern er erhält jenes Durchschnittsöl, welches in den Tanks einer Pump- und im erhöhten Maasse im Reservoir einer Bahnstation aus allen möglichen Wells zusammen kommt.

Die Druckpumpen haben eine bedeutende Kraft zur Ueberwindung der Bewegungswiderstände des Oeles in den Röhren auszuüben, wenngleich möglichst jedwede scharfe Biegung,

Kniestücke etc. vermieden werden, so ist doch das Terrain hüglig und werden auch dadurch Widerstände hervorgebracht. Die Reibung in der 108 englische Meilen langen, 6zölligen = 9 Cm. starken Rohrleitung zwischen Rixford und Williamsport, Pennsylvanien, ist gleich einer Oelsäule von 700 Fuss Höhe gefunden, d. h. wenn die Röhre in einem gleichmässigen Terrain von 700 Fuss zwischen den beiden Punkten gelegt und mit Oel gefüllt wäre, würde die Reibung zwischen Oel und Eisen das Ausfliessen verhindern. Ueber die Längen einzelner Sectionen der Hauptlinien mögen noch einige Beispiele folgen.

Fig. 91.



Vorrathsbehälter (*Storage-tanks*).

So treibt eine Druckpumpe das Oel durch einen 2zölligen = 5 Cm. ununterbrochenen Röhrenstrang, der ein Ansteigen von 130 Fuss = 39,65 Meter besitzt, auf 26 Kilometer = 16 engl. Meilen; eine andere auf die Länge von 22,5 Kilometer = 14 Meilen bei 968 Fuss = 295 Meter Ansteigen. Eine 40 engl. Meilen lange Rohrleitung der Pittsburg Pipe Company hat zur Fortschaffung des Rohöles von Millerstown und Fairview nach Pittsburg 5 Paar Dampfpumpen. Wrigley berechnet, dass die beste durchschnittliche Entfernung zweier Pumpstationen 15 Meilen = 24 Kilometer und bei ganz sorgfältiger Herstellung der Röhrentour höchstens 20 Meilen = 32 Kilometer betragen soll, die jetzt üblichen Einrichtungen vorausgesetzt.

Aus der Hauptlinie der Leitung kommt das Oel oft Hunderte von Meilen in die Vorrathsbehälter — Storage-tanks — Fig. 91 —, deren mehrere — über 60 bei Limestones in Pennsylvanien — an geeigneten Punkten der Bahnstationen, sowie Seehandelsplätzen so aufgestellt sind, dass sie sich bequem füllen und entleeren lassen, sie liegen höher als der eigentliche Verladeplatz, sodass das Rohöl durch natürlichen Druck ausfliessen kann.

Diese Vorrathsbehälter sind aus eisernen Platten construirt und stehen nur auf dem geebneten Erdboden ohne Grundmauern. Die folgende kleine Tabelle giebt das relative Fassungsvermögen, die Dimensionen und das Gewicht etc. verschieden grosser Barrel-tanks an, welche sämmtlich geaicht sind.

Rauminhalt	Durchmesser	Höhe	Gewicht und Werth
37065 Barr.	95,4 Fuss	29 Fuss	90 Tonnen. Werth 9000 Doll. 5 Cent pro Pfd.
31000 „	86,0 „	30 „	80 Tonnen. Werth 8000 Doll. 5 Cent pro Pfd.
26000 „	87,0 „	24 „	66 Tonnen. Werth 7260 Doll. 5 1/2 Cent pro Pfd.
22000 „	85,0 „	22 „	53 Tonnen. Werth 5830 Doll. 5 1/2 Cent pro Pfd.
16000 „	70,0 „	24 „	45 Tonnen. Werth 5400 Doll. 6 Cent pro Pfd.
10000 „	60,0 „	20 „	38 Tonnen. Werth 5320 Doll. 7 Cent pro Pfd.

Die Tanks sind beständig der Feuersgefahr des Blitzschlages, aber auch durch die Verdunstung und Leckage des Rohöles anderen Zufälligkeiten ausgesetzt, für den ersten Fall sind sie durch ein Drahtgitter und mehrere Blitzableiter geschützt.

Von den Vorrathsbehältern besorgen den Oeltransport wieder besondere Transportgesellschaftens. Es geschieht die Verfrachtung in sogenannten Tank cars und wird ein Oelzug aus verschiedenen Tank cars zusammengestellt; es sind diese liegende Walzenkessel, welche auf Untergestellen ruhen; jeder

hat eine Länge von 8 Meter, einen Durchmesser von $1^1/_2$ Meter und in seiner Mitte einen 0,75 Meter hohen Expansionsdom von 0,9 M. Durchmesser. Neben diesem ist am Kessel ein Mannloch angebracht, durch welches das vom Vorrathsbehälter kommende Oel in einer Röhre zufliesst; der Deckel derselben ist während des Transportes an eine am Kessel befestigte Flansche angeschraubt. An der Unterseite hat der Kessel einen Abflusshahn. Das Untergestelle ist eine von Eisenstäben als Geländer umgebene Plattform, welche auf vier Räderpaaren läuft. Ein Tank car fasst 85 Barrels = 135 Hectoliter Rohöl. Zur Verladung des Oeles in die Tank cars ist knapp neben dem Geleise eine Verladebühne errichtet, deren Niveau gleich hoch mit dem oberen Kesselrande liegt. Von dem etwas höher stehenden Vorrathstank, dem Ende der Pipe line geht ein 15 Cm. = 6 Zoll starker Röhrenstrang zur Verladebühne und dem Tank cars. In der Entfernung zweier Mannlöcher des vorgefahrenen Oelzuges sind an dem Röhrenstrange aufrechtstehende kurze Röhren angesetzt, welche durch Hähne abgesperrt werden können; sie besitzen oben ein Knierohr, welches sich in dem kurzen verticalen Rohre drehen lässt, und an der anderen Seite eine schief nach abwärts zum Mannloche des Tank car führende 2,5 Meter lange Füllröhre fest eingesetzt enthält. Durch Drehen der hakenartig gebogenen und in Kugelgelenken beweglichen Enden der Leitungsröhren werden die Kessel der Tank cars vom Reservoir aus mit Oel gefüllt. Sind alle Tanks des Zuges gefüllt, was ziemlich rasch geschieht, da jeder Tank car seine eigene Füllröhre hat, so werden die Hähne geschlossen und die Füllröhren im Kniestück auf die Bühne gedreht, so dass der Abfahrt des Zuges sowohl, als auch dem anderen Verkehr keine Hindernisse mehr im Wege stehen.

In Deutschland hat nur die „Deutsche Petroleumgesellschaft“ eine Pipe line und zwar wird das Rohöl von den Gewinnungspunkten nach einem Sammelbassin von 2000 Barrel Fassungsraum geleitet und aus diesem durch eine 10 Kilometer lange Druckleitung von 60 Mm. Gasröhren mittelst Pumpen nach der Station Peine gedrückt, wo die Raffinerie ist.

Die übrigen Petroleumgesellschaften im nordwestlichen Deutschland haben nur Barreltransport — Seite 498 — auf Secundärbahnen und nahen Hauptbahnen; so befördert die „Oelheimer Industrie-Gesellschaft“ ihr Rohöl nach Hemelingen bei Bremen, wo täglich 200—300 Barrels raffinirt werden. In Elsass-Lothringen stehen die Raffinerien in unmittelbarer Nähe und Verbindung mit den Oelbrunnen und Bergbauanlagen, so dass alle Producte nur als Verkaufswaare dem Bahntransport übergeben werden und ist die Station Sulz und Walde, an der Weissenburg-Hagenau-Strassburger Eisenbahn der Stapelplatz für die aus dem Oelrevier kommenden Producte.

Die unglücklichsten Transportverhältnisse sind augenblicklich noch in Galizien, wo alles per Fuhrwerk zu den Raffinerien auf unwegsamen, sogenannten Strassen transportirt wird, das Raffinat dagegen wird zum Theil auf grössere Entfernungen per Bahn befördert. Die immer beabsichtigten Pipe lines Anlagen sind bis jetzt unterblieben und auch die projectirten Drahtseilbahnen werden wohl nur ein Project bleiben.

Anfänglich wurde in Russland die Rohnaphta an den Quellen in Fässern gefüllt und dann auf dem Rücken von Kameelen nach den Raffinerien geschleppt, später geschah der Rohöltransport mittelst tausender zweirädriger Karren, deren Raddurchmesser 2 Meter betrug, um ein Barrel Oel unterhalb der Achse aufhängen zu können, während ein zweiter Barrel darüber angebracht war.

Im Bakudistrict fliesst das Rohöl in gegrabene Teiche — Seite 504 — deren Ränder aus dem Oelsande aufgebaut sind und in denen der mitgeführte Sand sich niederschlägt. Von da in grosse eiserne Behälter von 450000 Pud Inhalt — Pud = 16,44 Kilogramm —, aus diesen Behältern führen 60 bis 75 Kilometer lange Rohrleitungen nach amerikanischem Muster mittelst Pumpen das Oel nach Baku in grosse eiserne Reservoire, wie in Fig. 91, Seite 510 dargestellt. Diese Behälter liefern je nach Bedarf das Oel durch Rohrstränge in die Raffinerien, welche sämmtlich im Norden der Stadt Baku am Gestade des Meeres liegen und zusammen die Tschorni Gorod = schwarze Stadt bilden; das schmutzige Aussehen der Häuser, die hässlichen

Oelpfützen auf ihren Plätzen und die dichten Rauchwolken, welche die Atmosphäre über derselben erfüllen, hat den Namen für diesen Theil verdient. Es mag noch erwähnt werden, dass in Baku die Strassen statt mit Wasser, mit der sehr billigen Rohnaphta gesprengt werden. Der sonst sehr böse Staub wird mit Naphta besser als mit Wasser niedergehalten; nur alle 3—4 Wochen sind frische Sprengungen nothwendig.

Zur Zeit sind 8 solcher Oelleitungen von den Oelfeldern zu den Raffinirwerken in einer Gesammtlänge von 450 Kilometer im Betriebe.

Genannte Leitungen verbinden nicht allein das Bohrterrain mit den Raffinirwerken, sondern auch diese in vielfältiger Weise unter einander und es wird zur Zeit eine colossale Ausdehnung der Leitungen in der Richtung auf Europa zu geplant. Nach einem bereits vor 8 Jahren angeregten Projecte sollte eine 1000 engl. Meilen lange Oelleitung von Baku den Kaukasus entlang hergestellt werden und Anschluss an das südöstliche russische Eisenbahnnetz suchen. Ein anderes, grössere Chancen für sich habendes Project führt die Leitung von Baku zum „Schwarzen Meere" nach Poti oder Batum. Endlich will man eine Leitung von Baku nach dem Persischen Golf führen, um Baku den asiatischen Markt zu sichern.

Ausser der Oelleitung von den Balakhani-Quellen nach Baku verbindet eine Zweiglinie der Transkaukasischen Bahn beide Orte mit einander. Vermittelst dieser Zweigbahn und einer anderen nach Surakhani der Transkaukasischen Bahn kann das Rohöl direct vom Bohrloche nach Batum am schwarzen Meere befördert werden und wird dadurch concurrenzfähig mit dem amerikanischen Erdöle, dessen Beförderung mit transatlantischen Dampfern geschehen muss.

Tiefe der Bohrlöcher. Durchschnittliche Dauer eines Petroleumbrunnens. Zahl der Bohrlöcher. Production der Bohrbrunnen.

Die tiefsten Bohrungen werden in Nordamerika bis 600 M. ausgeführt, im nordwestlichen Deutschland bewegen sich die Bohrungen von 60—200 Meter Tiefe, in Galizien von 70—120, in

Elsass-Lothringen von 50—150 und bei Baku von 60—300 Meter Tiefe und betragen die resultatlos gebliebenen Bohrungen in Nordamerika 15 %, in Galizien 10 %; ziffermässige Angaben über resultatlos gebliebene Bohrungen in Deutschland fehlen noch, ebenso von Baku.

Die durchschnittliche Dauer eines Petroleumbrunnens beträgt in:

Nordamerika .	2½ Jahre;	N. W. Deutschland	5 Jahre
Elsass-Lothringen	10 „	Galizien . . .	7 „

auf der Halbinsel Apscheron = 10 Jahre.

In Pennsylvanien etc. waren an **producirenden Oelbrunnen** vorhanden im Jahre

1870:	1882 Löcher	1876:	3314 Löcher
1871:	2897 „	1877:	6283 „
1872:	3892 „	1878:	8616 „
1873:	4485 „	1879:	10482 „
1874:	3311 „	1880:	12000 „
1875:	3132 „	1881:	14700 „

Es sind ausgeführt

Oelbrunnen-Bohrungen 1883 und 1884.

	Brunnenbohrungen		Thürme u. Gebäude		Trockne Löcher	
	1884:	1883:	1884:	1883:	1884:	1883:
Januar .	270	126	169	131	21	15
Februar .	273	150	173	153	10	24
März . .	268	211	215	205	24	17
April . .	284	206	205	212	26	29
Mai . .	244	197	159	176	29	24
Juni . .	151	230	69	145	37	22
Juli . .	123	262	55	232	22	21
August .	91	315	59	261	23	26
September	79	328	44	202	17	19
October .	98	341	32	247	17	22
November	86	321	25	182	23	22
December	78	295	48	186	11	25
Summa:	2045	2982	1253	2332	260	266

Davon wurden fertiggestellt und productiv:

Fertiggestellte Oelbrunnen 1883 und 1884.

	Vollendete Oelbrunnen		Durchschn. Prod. der Oelbrunnen per Tag in Barrels		Geschätzte Production	
	1884:	1883:	1884:	1883:	1884:	1883:
Januar .	229	124	15,6	22,5	3134	2789
Februar .	227	131	17,6	15,2	3951	1994
März . .	265	146	15,5	28,2	4126	4113
April . .	298	215	12,5	21,5	3698	4581
Mai . .	311	235	18	15,4	5748	3676
Juni . .	368	238	17,5	14,3	4694	3415
Juli . .	164	260	59,3	14,8	9728	3837
August .	145	309	22,6	13,8	3288	4267
September	89	325	41,7	14,5	3714	4760
October .	60	321	162	14,2	9721	4571
November	73	329	87,4	12,8	6381	4197
December	66	272	92,6	14,8	6112	3208
Summa:	2195	2905	47	16,6	64295	45348
			Jahresdurchschnitt			

Es betrug die tägliche Durchschnittsproduction

im Dec. 1870:	15178 Barrels	im Dec. 1875:	23254 Barrels
„ „ 1871:	15418 „	„ „ 1876:	25390 „
„ „ 1872:	20828 „	„ „ 1877:	40518 „
„ „ 1873:	34980 „	„ „ 1878:	42538 „
„ „ 1874:	27682 „	„ „ 1879:	57056 „

im December 1880: 72214 Barrels.

Eine sorgfältige Schätzung stellte die tägliche Production der Felder im Monate December 1884 folgendermaassen dar:

Bradford	29500 Barrels
Alleghany	8100 „
alle anderen Districte .	23000 „
in Summa	60600 Barrels

Die Gesammtproduction vom Jahre 1859—1884 betrug:

	Barrels		Barrels		Barrels
1859:	82 000	1868:	3 683 176	1877:	13 140 171
1860:	500 000	1869:	4 215 720	1878:	15 164 462
1861:	2 113 000	1870:	5 263 795	1879:	20 041 661
1862:	3 056 690	1871:	5 205 900	1880:	26 562 000
1863:	2 611 309	1872:	6 031 675	1881:	29 647 115
1864:	2 116 109	1873:	9 898 629	1882:	31 759 165
1865:	2 797 700	1874:	10 950 730	1883:	24 390 000
1866:	3 597 700	1875:	8 787 506	1884:	23 720 817
1867:	3 347 300	1876:	8 975 906		

Der gesammte Pipe Line Abfluss von den verschiedenen Feldern stellte sich für das Jahr 1884 folgendermaassen zusammen:

Pipe Line Abfluss von den Feldern.

Felder	Jährlicher Abfluss	Täglicher Abfluss	Durchschnitt
	1884:	1884:	1883:
Bradford	12 096 950	33052	34181
Alleghany	3 903 594	10665	12931
Cherry Grove	264 942	724	2070
Cooper	1 004 849	2745	3001
Balltown	807 506	2206	2127
Wardwell (durch 9 Monate) .	701 226	2550	—
Baldridge („ 9 „) .	962 801	3501	—
Von den anderen Feldern . .	3 842 992	8996	12493
Zusammen	23 584 860	64439	66803

Während des Jahres 1884 empfingen die **Pipe Lines** zum Transport im Ganzen 23 584 860 Barrels, was einen täglichen Durchschnitt von 64784 Barrels, im Gegensatze zu 66809 Barrels im Jahre 1883 und 87058 Barrels im Jahre 1882, ergiebt.

Total Pipe Line-Transport (pr. Barrel zu 42 Gallons).

	Totaler	Täglicher Durchschnitt	
	1884:	1884:	1883:
Januar . . .	1 826 295	58913	65125
Februar . . .	1 945 275	67078	65208
März	2 052 281	66203	64404
April	1 974 420	65814	69207
Mai	2 068 103	66713	69477
Juni	2 020 713	67357	70450
Juli	2 052 231	66201	65628
August . . .	2 061 252	66492	68868
September . .	1 981 770	66059	66237
October . . .	1 955 201	63071	67675
November . .	1 852 740	61758	65308
December . .	1 914 229	61749	69146

Totaler Bestand der Pipe Lines.

	1884	1883		1884	1883
Januar	35 834 930	34 952 652	Juli	38 986 248	36 371 939
Februar	36 041 914	35 514 922	August	39 083 461	36 103 923
März	36 206 626	35 594 681	Sept.	38 740 722	35 752 719
April	37 726 877	35 500 859	October	38 123 745	35 617 037
Mai	38 475 528	35 642 246	Nov.	37 857 193	35 495 236
Juni	38 665 848	35 984 227	Dec.	36 872 893	35 715 565

Resultate der 4 Märkte (Börsen) 1884.

	New-York Petrol.-Börse und Lager	Oel Citymarkt	Bradford Oelmarkt	Pittsburg Oelmarkt
Januar .	280 616 000	247 250 000	177 198 000	200 917 000
Februar .	197 578 000	213 322 000	176 100 000	205 948 000
März . .	224 664 000	221 133 000	169 482 000	193 572 000
April . .	302 752 000	269 054 000	196 168 000	152 635 000
Mai . .	272 052 000	236 628 000	151 252 000	11 000 000
Juni . .	199 452 000	128 674 000	85 084 000	85 895 000
Juli . .	201 166 000	161 452 000	97 022 000	68 834 000
August .	183 682 000	215 992 000	143 426 000	120 002 000
September	164 612 000	207 452 000	131 922 000	112 285 000
October .	148 374 000	189 462 000	123 458 000	106 358 000
November	82 448 000	89 176 000	69 610 000	46 418 000
December	110 168 000	151 418 000	118 074 000	74 352 000
Total:	2 373 582 000	2 331 013 000	1 638 796 000	1 378 216 000

Für New-York ergiebt sich daher ein täglicher Durchschnitt von 7 782 000 Barrels.

Die nachstehende Tabelle giebt die äussersten Preisschwankungen des Rohöles von der Erbohrung des ersten Wells bis Ende 1884 per Barrel:

Preis des Rohpetroleum während der Jahre 1859—1884.

	Höchster Stand		Niederster Stand		Durchschnitt
		Cent.		Cent.	Cent.
1859	September	2000	September	1950	1977
1860	Januar	2000	December	200	977
1861	Januar	175	November	03	52
1862	October	200	Januar	10	100
1863	December	400	Januar	200	311
1864	Juli	1400	Februar	375	785
1865	Januar	1000	August	400	665
1866	Januar	500	December	165	376
1867	September	400	Juni	150	240
1868	Juli	550	Januar	180	357
1869	Januar	700	December	425	564
1870	Januar	490	August	275	386
1871	Juni	515	Januar	340	442
1872	Juni	410	September	300	368
1873	Januar	305	December	100	184
1874	April	190	December	45	117
1875	April	165	Januar	90	133
1876	December	$423\frac{1}{8}$	Januar	$148\frac{1}{4}$	261
1877	Januar	370	Juni	$153\frac{1}{8}$	237
1878	Februar	$186\frac{7}{8}$	September	$78\frac{1}{8}$	117
1879	December	$128\frac{1}{8}$	Juni	$63\frac{1}{8}$	86
1880	Juni	$124\frac{1}{4}$	April	$70\frac{5}{8}$	95
1881	September	$101\frac{1}{2}$	Juli	$72\frac{1}{2}$	85
1882	November	136	Juli	$49\frac{1}{4}$	79
1883	Juni	124	Januar	$83\frac{3}{8}$	106
1884	Januar	115	Juni	$51\frac{3}{8}$	84

Gesammt-Production von Erdöl in Pennsylvanien's etc.

Abtheilungen und Districte von Pennsylvanien	1 Oil Creek	2 Pithole	3 Central Alleghany	4 Lower Alleghany	5 Tidioute
Jahr	Barrels	Barrels	Barrels	Barrels	Barrels
1859	2 000	—	—	—	—
1860	500 000	—	—	—	—
1861	2 113 609	—	—	—	—
1862	3 056 690	—	—	—	—
1863	2 611 309	—	—	—	—
1864	2 116 109	—	—	—	—
1865	1 585 200	912 500	—	—	—
1866	2 502 700	1 095 000	—	—	—
1867	2 393 300	954 000	—	—	—
1868	3 072 617	547 500	26 000	—	—
1869	3 762 500	365 000	22 000	45 000	20 500
1870	3 039 528	173 585	813 050	918 644	315 838
1871	2 040 263	182 054	1 083 386	1 091 458	497 887
1872	152 685	145 065	881 140	1 658 080	847 199
1873	1 094 389	119 864	551 934	4 402 563	895 983
1874	734 247	55 770	564 978	5 160 265	373 325
1875	504 639	35 430	343 903	4 712 702	351 407
1876	611 884	37 450	333 640	4 755 623	354 284
1877	834 858	60 380	474 262	5 431 072	312 700
1878	686 948	60 000	363 710	4 552 875	308 780
1879	389 400	36 500	558 652	2 876 787	227 900
1880	335 342	36 500	166 143	1 737 969	168 592
22jährige Gesamtmenge	35 517 217	4 816 298	6 482 000	37 342 978	4 674 345

1. Oil Creek Division mit Shamburg, Pleasantville und Enterprice.
2. Pithole District mit Holderman, Morey und Ball farms.
3. Central Alleghany Division mit Scrubgrass bis West Hikory.
4. Lower Alleghany Division mit Butler und Armstrong Counties.

Oelfeldern vom 1. Januar 1859 bis 31. December 1880.

6 Clarion	7 Bradford	8 Bullion	9 Warren	10 Beaver	Jährliche Gesammtmenge
Barrels	Barrels	Barrels	Barrels	Barrels	Barrels
—	—	—	—	—	2 000
—	—	—	—	—	500 000
—	—	—	—	—	2 113 609
—	—	—	—	—	3 056 690
—	—	—	—	—	2 611 309
—	—	—	—	—	2 116 109
—	—	—	—	—	2 797 700
—	—	—	—	—	3 597 700
—	—	—	—	—	3 347 300
—	—	—	—	—	3 646 117
—	—	—	—	—	4 215 000
—	—	—	—	—	5 260 745
310 293	—	—	—	—	5 205 341
829 079	—	—	—	—	5 890 248
2 526 231	—	—	—	—	9 890 964
3 921 267	—	—	—	—	10 809 852
2 821 214	18 509	—	—	—	8 787 506
2 377 700	382 762	64 220	51 337	—	8 968 906
3 012 120	1 490 481	1 306 442	151 371	62 085	13 135 771
2 276 408	6 208 746	505 265	108 300	92 490	15 163 462
1 438 342	14 936 759	289 591	45 550	82 100	20 041 581
868 984	22 377 658	146 672	91 655	102 956	26 032 421
20 381 638	44 574 921	2 312 190	448 213	339 631	156 890 331

5. Tidioute District mit Economites Henderson farm etc.
6. Clarion District mit Clarion Counties.
7. Bradford District mit Mac Kean und Elk County, sowie Cattaraugus und Alleghani, New-York County.
8. Bullion District mit Venango County.
9. Warren Division mit Stoneham, Clarendon etc.
10. Beaver Division mit Smith's Ferry etc.

Grösse der vom 26. August 1859 bis 31. December 1880 ausgebeuteten Oelfelder Pennsylvaniens und New-Yorks in Acres.

1 Acre = 40,50 Ar.

Staat und Bezirk	Acres
Venango county, Pennsylvanien . . .	32000
Crawford county, „	6400
Forest county, „	1920
Warren county, „	6720
Armstrong county, „	5120
Clarion county, „	19200
Butler county, „	27520
Mac Kean county, „	50000
Cattarangus county, New-York . . .	7500
Summa:	156380

Arbeit- und Capitalanlage bei der Erdöl-Production während des Jahres 1. Juni 1879 bis 31. Mai 1880.

Oelbezirk	Zahl der gebohrten Wells	Zahl der Dry holes	Zahl der gebauten Bohrthürme	Kosten der Bohrthürme	Kosten der Dampfmaschine und Bohrzeug
				Dollar	Dollar
a. Bradford, Pennsylvanien	3080	53	3516	1274550	649000
b. Lower county, „	335	79	335	121437	100500
c. Franklin, „	120	15	120	—	—
d. Beaver county, „	15	—	15	—	—
e. Grafton, Ohio	20	—	—	—	—
f. Mecca, Ohio	—	—	—	—	—
g. West Virginien und Süd Ohio	120	—	120	30000	—

Oelbezirk	Kosten der gezogenen Röhren	Kosten der Abdichtungsröhren Casings	Kosten der Pumpröhren Tubings	Kosten der Torpedos	Kosten der Bohrung	Gesammtkosten der Oelbrunnen	Ungefähre Zahl der eingeübten Arbeiter
	Dollar	Dollar	Dollar	Dollar	Dollar	Dollar	
a.	462900	648060	925800	925800	3394600	8280710	1851
b.	50000	70350	67000	—	281400	690937	208
c.	—	—	—	—	—	48000	15
d.	—	—	—	—	—	10500	12
e.	—	—	—	—	—	—	—
f.	—	—	—	—	—	800	—
g.	—	15000	9000	—	54000	120000	25

Oelbezirk	Wochenlohn	Ungefähre Zahl der gewöhnlichen Arbeiter	Wochenlohn	Gesammtzahl der beschäftigten Arbeiter	Summe des gezahlten Wochenlohnes	Gesammtproduction des Oeles
	Dollar		Dollar		Dollar	Barrel
a.	250—400	3617	150—200	5968	3828600	93828539 (a. und b.)
b.	250—400	4686	150—200	4944	3012300	
c.	250—400	155	150—200	170	102000	86857
d.	250—400	63	150—200	75	45000	86803
e.	—	—	—	10	6000	4159
f.	—	—	—	15	9000	900
g.	200—250	263	100—150	288	173160	219254

Die statistischen Angaben über Petroleumproduction etc. aus den übrigen bis jetzt berücksichtigten Ländern sind sehr spärlich und mögen nur die freundlichst von Ort und Stelle direct zugegangenen Angaben wiedergegeben werden. Welcher Beweggrund mag wohl für eine Geheimthuerei vorhanden sein? Darüber eine Entscheidung zu treffen, liegt ausserhalb des Rahmens dieses Werkes.

Die **Oelheimer Petroleum-Industrie-Gesellschaft Adolph M. Mohr** arbeitet seit dem Sommer 1881; sie hat seitdem etwa 50 Bohrlöcher gebohrt, von denen ungefähr die Hälfte mehr

oder weniger ergiebig gewesen sein dürften. Die Kosten der Bohrung haben sich anfänglich auf 75 Mark per Meter mit Ausschluss der Verohrung belaufen, sind aber jetzt, nachdem an Stelle der eigenen Bohrung die Bohrung durch Bohrunternehmer getreten ist, bis auf 20—25 Mark per Meter reducirt.

Das Ergebniss der Bohrungen anlangend, so sind Ende des Jahres 1881 und während des ganzen Jahres 1882 täglich etwa 300 Centner und darüber an reinem Rohöl gewonnen worden. Seit dem Jahre 1883, in welchem der Betrieb in Folge eines Verbotes der Behörden, das mithinaufgepumpte Salzwasser abzuleiten, unterbrochen werden musste, hat sich die Production sehr bedeutend verringert und beträgt zur Zeit Ende 1885 dieselbe etwa 60 Centner täglich. Die Zahl der beschäftigten Arbeiter beträgt zur Zeit etwa 120, worin jedoch die Arbeiter für die Raffinerie und für den Versandt mit inbegriffen sind. Der höchste Preis des Rohöles kann auf 13 Mk. per 100 Kilo ausschliesslich Fass angegeben werden. Die ungefähre Tiefe der Bohrlöcher beträgt auf dem Terrain der Oelheimer Petroleum-Industrie-Gesellschaft 70—100 Meter, auf andern Terrains 200 Meter und darüber.

In **Elsass-Lothringen** wird nach Le Bel & Co. in Pechelbronn nur ein ergiebiger Raubbau getrieben, da kein Oel ausgepumpt wird, sondern nur die bis zur Oberfläche von selbst fliessenden Rohöle gewonnen werden. Eine solche Gewinnungsweise wird es wohl immer geben, da der Pumpenbetrieb, obgleich rentabel, die sonstigen Kosten ganz verändern würde. Beim Bohren sind 24 Mann beschäftigt, welche zwei Hütten in Betrieb halten. Die jetzige Production beträgt 12000 bis 13000 Kilogramm täglich, wovon 3—4000 auf den Schachtbetrieb kommen.

Ueber die **Petroleumindustrie in Galizien** sind auch die Mittheilungen gering. Die Ausdehnung des hauptsächlich in den letzten 3 Jahren in Galizien aufgeschlossenen Oelgebietes beträgt mehr als 9000 Hectare. Dasselbe reicht von Librantowo bei Bochnia bis an die Bukowinaer Grenze und darüber hinaus und besitzt jetzt 3500 ölgebende Schächte, in welchen gegen 12000 Arbeiter beschäftigt werden. Die Ge-

sammtproduction Galiziens im Jahre 1883 belief sich auf 510 000 Metercentner.

Von den **Russischen Erdölländereien** war der grösste Theil im Besitze der Regierung, welche früher ein Monopol-Verpachtungs-System hatte, jetzt aber dieselben meistbietend verkauft oder an hohe Staatsbeamte verschenkt. Letztere sind bald weiter verkauft oder verpachtet worden. Das im bäuerlichen Besitze befindliche Land darf auf Naphta nicht ausgebeutet werden. In Folge der Monopol-Befreiung ist die russische Petroleumindustrie enorm gestiegen.

Die angestellten Ingenieure sind Amerikaner, Deutsche, Schweden und Engländer, während die gewöhnlichen Arbeitsleute Araber sind. Die Kosten der Bohrungen belaufen sich bis zu:

	Mark	Mark
10 Faden Tiefe à 7 Fuss — pro Faden	200 —	2000
15 „ „ „ „ „	150	2250
20 „ „ „ „ „	160	3200
25 „ „ „ „ „	180	4500
30 „ „ „ „ „	200	6000
80—100 „ „ „ „	400	32000—40000

Die Ingenieure erhalten je nach den Umständen und Fähigkeiten 4000—10000 Mark pro Jahr, die besseren Arbeiter 2000 bis 3000 Mark pro Jahr; und die gewöhnlichen Arbeiter pro Monat im Sommer 30 Mark, im Herbst 40 Mark und im Winter 25 Mark bei freier Kost und Behausung, welche sehr primitiver Natur sind. Es betrug die:

Rohölproduction Russlands bei Baku in den Jahren 1863—1884.

Jahr	Tonnen	Barrels	Preis in Mark per Tonne
1863	5 500	38 500	Während der Monopolzeit betrug der Preis pro Pud 45 Kopeken, circa 2,5 Mark
1864	8 700	61 900	
1865	8 900	62 300	
1866	11 100	71 700	
1867	16 100	112 700	
1868	11 900	83 300	
1869	27 180	190 260	
1870	27 500	192 500	
1871	22 200	155 400	
1872	24 820	173 600	

Jahr	Tonnen	Barrels	Preis in Mark per Tonne
1873	64 000	448 000	8,00 Mark
1874	78 000	546 000	6,50 „
1875	94 000	658 300	16,00 „
1876	194 020	1 358 000	8,00 „
1877	242 000	1 694 000	12,50 „
1878	320 000	2 240 000	9,00 „
1879	370 000	2 590 000	6,50 „
1880	420 000	2 940 000	3,75 „
1881	490 000	3 430 000	2,50 „
1882	680 000	4 760 000	2,50 „
1883	800 000	5 600 000	0,50 „
1884	1 130 000	7 910 000	0,50 „

Aus sämmtlichen Bohrlöchern ist der durchschnittliche tägliche Gewinn für ein Bohrloch 1500 Pud = 24570 Kilogramm.

Die tägliche Förderung in den Pipe lines nach Baku beträgt circa 2000 Tonnen. Die Kosten der Rohrleitung ohne Pumpenanlage betragen für jeden Kilometer circa 2000 Mark.

---

2. Gewinnung des Erdpeches und Erdtheeres.

Einiges über die Gewinnung des Asphaltes und Bergtheeres ist bereits bei den Fundorten — Seite 38—42 — angegeben und dabei ist unerwähnt geblieben, dass dem Asphalt noch die Namen **Pix tumens, Smola** und **Mumia mineralis** zukommen. Die primitivste Gewinnung ist wieder die des Bergtheeres, welche sich seit Jahrhunderten im N. W. Deutschland noch unverändert bis auf die Gegenwart erhalten hat und steht diese mit der untergeordneten Verwendung im Zusammenhange. Wo der directe Oelaustritt versiegte, fand ein regelloses Durchwühlen des Bodens und Herstellen sogenannter „**Theerkuhlen**“ statt; dieses waren flache Gruben von 2—4 Meter Tiefe, in denen sich der aus tiefer liegenden Gesteinsschichten hervortretende Theer sammelte und abgeschöpft wurde. An einigen

Punkten, wo alluviale und diluviale Sandschichten von Bergtheer durchdrungen waren, wurde namentlich in Sommermonaten die Theererde mit kochendem Wasser ausgewaschen und der Theer gesammelt.

Der Asphalt kommt in Unmengen im reinen Zustande auf dem „Todten Meere“, dem Asphaltsee auf Trinidad etc. — Seite 40 — vor und braucht nur gesammelt zu werden oder er wird aus asphalthaltigen Sanden ausgeschmolzen. Kommt als syrischer oder levantischer, mexicanischer oder Capopote-Asphalt, oder amerikanischer, Trinidadasphalt etc. in den Handel, um zu schwarzen Firnissen, Lacken, oder als Zusatz zu Asphaltkitten und Strassenasphalt verwendet zu werden.

Wichtiger ist die Gewinnung des Asphaltsteines zu Strassenbauten etc.

Der Asphaltstein, also der von Bitumen durchtränkte Kalkstein, welcher von Léon Malo, dem Director der Pyrmont-Seyssel-Gruben, mit Unrecht kurzweg „Asphalt“ genannt wird, hat je nach seinem Reichthum an Bitumen eine von Grau bis ins Schwarzbraune übergehende Farbe. Der magere Stein hat beim Anschlagen mit dem Hammer Härte und Klang, während der fette Stein von mehr als 10 % Bitumengehalt einen dumpfen tonlosen Schlag giebt und mit der Hand zerbröckelt werden kann, ausserdem lässt sich das Gestein auch mit dem Messer wie Chokolade zerschneiden.

Der Asphaltstein wird theils im offenen Tagebau steinbruchmässig, theils in unterirdischen Gängen bergmännisch gewonnen. Val de Travers, Seyssel, Lobsann haben jetzt ausschliesslich unterirdischen Betrieb. In Limmer, woselbst zwei Gesellschaften, eine deutsche und eine englische thätig sind, wurde bisher, ebenso bei Vorwohle und Ragusa, im offnen Tagebau gearbeitet, die eine derselben, die deutsche Gesellschaft, unterstützt den Tagebau durch Wasserpumpen und Hebearbeit und ist zum Theil zum unterirdischen Betriebe übergegangen. Es liegt auf der Hand, dass letzterer Betrieb, welcher dem Tagebau überall von vornherein dort vorzuziehen ist, wo ein bedeutender Abraum beseitigt werden muss, den

nicht zu unterschätzenden Vortheil bietet, bei ungleichmässiger Natur des vorhandenen Gesteins diejenigen Schichten in unterirdischen Stollen zu verfolgen und für sich abzubauen, welche für die Fabrikation die geeignetsten sind. Das erzielte Fabrikat wird bei solchem Betriebe naturgemäss den Vorzug grösserer Gleichmässigkeit in Korn und Zusammensetzung beanspruchen können.

Die Stärke der Schichten ist sehr schwankend und findet sich zuweilen nur eine einzige, zuweilen mehrere bituminöse Schichten übereinander, durch Schichten härteren Kalksteins oder Thonschichten getrennt.

In dem steil zur Rhone abfallenden Ufergehänge bei **Seyssel-Pyrmont** finden sich sieben Schichten Asphaltstein, welche treppenförmig übereinander aufsteigen und in schwacher zum Flusse abfallender Neigung sich befinden. Die einzelnen Schichten sind 1,5—4,5 Meter stark und sind mit schmalen Zwischenschichten reinen Kalksteins und Sandsteins durchsetzt. Das Material wird im Erdinnern von Schicht zu Schicht auf Rampen abwärts und dann auf gewöhnlichen vierrädrigen Wagen mit Pferdebetrieb aus der Grube befördert.

Die **Gruben von Val Travers**, circa ein Kilometer von dem Oertchen Travers entfernt, haben eine abwechselnde Schicht von 2—6 Meter und erreichen an ihrer tiefsten Stelle nicht den Wasserspiegel der im Thale fliessenden Reusse, gleichwohl ist der Wasserandrang aus den mächtigen auflagernden Gebirgsschichten der zu mehreren 100 Meter aufsteigenden Bergkette ein so beträchtlicher, dass eine im Erdinnern aufgestellte Dampfpumpe, welcher der Dampf in langen gegen Abkühlung durch Umpackung geschützten Rohrleitungen zugeführt wird, unausgesetzt in Thätigkeit sein muss und circa 65 Cbm. Wasser pro Stunde fördert. In Val Travers fällt die abgebaute Schicht von der Thalseite nach der Bergseite hin mit so mässiger Senkung ab, dass die Förderwagen, auf Geleisen laufend, bequem mit Menschenkraft aufwärts geschoben werden können.

Die **Grube von Lobsann** baut eine Asphaltsteinschicht ab, welche 3—25 Meter Stärke hat, aber durch dünne 0,3—0,8 starke Lette- und theilweise auch Braunkohlenschichten durch-

setzt ist. Ueber und unter der Asphaltschicht folgt Lette und unter der Lette bituminöser Sand. Das Lösen des Gesteins in der Grube geschieht durch Sprengung mit Pulver, welches sich in dem verhältnissmässig weichen Gesteine besser bewährt als Dynamit, weil der anstehende Fels als zu elastisch, bei der brisanten Wirkung des Dynamits zu wenig Widerstand entgegensetzt.

Die Bohrlöcher werden, da es der Verwendung von Meisselbohrern nicht bedarf, mit gewöhnlichen Handlöffelbohrern hergestellt; ein Wasserandrang in der Grube ist nicht vorhanden. Der Abbau der Asphaltschichten geschieht dadurch, dass rechtwinklig sich kreuzende Gänge von 3—4 M. Weite und, sofern die Höhe der Schicht dies zulässt, auf annähernd gleicher Höhe derartig angelegt werden, dass quadratische Zwischenpfeiler von gleichfalls 3—5 Meter Weite stehen bleiben. Die Stärke dieser Zwischenpfeiler hängt von dem Bitumengehalte des Gesteins ab, indem fetteres Gestein stärkere Zwischenpfeiler erfordert. Eine Auszimmerung kommt nur ganz vereinzelt dort vor, wo sich Stücke von der Decke losgelöst haben; finden an einer Stelle fortgesetzt Abbröckelungen statt, so wird eine Holzdecke mit Faschinen darauf angebracht, welche letztere durch ihre Elasticität den Stoss der fallenden Stücke aufnehmen.

Es sei noch erwähnt, dass in der Grube bei offenem Lampenlichte gearbeitet wird, da keine Grubengase vorhanden sind, während in der nur wenige Kilometer von Lobsann entfernten **Grube von Pechelbronn**, woselbst bituminöser Sand gefördert und zur Erdölfabrikation verwendet wird, schon wiederholt Explosionen der Grubengase stattfanden.

Die **Asphaltgruben zu Limmer** befinden sich in flacher Feldflur. Unter schwacher Auflagerung von Alluvium und Diluvium sind mächtige Bänke von asphaltigem Kalke aufgeschlossen, welche dem oberen weissen Jura angehören, durchschnittlich eine Mächtigkeit von 1/2—1 Meter haben und stark zerklüftet sind, so dass ein Aufdringen des Erdöles in dieselben aus der Tiefe stattfinden konnte. Die Gesammtmächtigkeit der stark durchtränkten und abbauwürdigen Schichten beträgt ungefähr 8—10 Meter.

Im frischen Anbruch haben die Wände ein braunschwarzes Ansehen und hin und wieder träufelt flüssiges Erdöl aus den Felsmassen, deren Festigkeit eine geringe ist. Es sind bei Limmer zwei Gruben in schwunghafter Ausbeutung begriffen, die ältere wird von einer englischen Gesellschaft ausgebeutet, welche mit dem Asphaltsteine eine aus Lehm und Sand bestehende Abraumschicht zu beseitigen hat, deren Höhe 6 bis 8 Meter geschätzt werden kann; die Förderung geschieht mittelst einfachen Tagebaues; während die zweite Grube von einer deutschen Gesellschaft mittelst Schacht- und Stollenbau abgebaut, einen bedeutenden Wasserzudrang zu überwinden hat und deshalb auch zu den Sprengungen Dynamit verwendet wird. Das Gestein der deutschen Gesellschaft wird unmittelbar neben dem Schachte verarbeitet, während die englische Gesellschaft dasselbe auf gewöhnlichen Transportwagen zu der in dem Dorfe Linden zwischen Limmer und Hannover liegenden Hauptfabrik befördert; eine kleine Fabrik dieser Gesellschaft ist auch noch in Limmer in Thätigkeit.

Die **Vorwohler Asphaltgruben** befinden sich in einem mehr bergigen Terrain und sind die ganzen Abhänge des Gebirges mit asphaltigen Massen durchzogen. Das Gestein in den Gruben ist in einer Mächtigkeit von über 20 Meter von Asphalt durchdrungen, der Abbau ist ein einfacher und sind Tagewässer nicht zu überwinden. Der Bitumengehalt des Gesteins ist erheblich geringer als der des Limmergesteins, nimmt wie letzterer in der Tiefe zu und ist im Allgemeinen sehr ungleichmässig. Das Gestein wird von der Grube aus auf gewöhnlichen Transportwagen nach der Fabrik befördert.

Die Asphaltverwerthung war seit den ältesten Zeiten — Seite 1 — wieder ganz in Vergessenheit gerathen und ist erst der griechische Arzt Eryn von Erynnis, welcher in der Schweiz — 1735 — lebte, als der Begründer der modernen Asphaltindustrie zu betrachten, wenn er auch vergeblich im vorigen Jahrhundert sich bemühte, den Asphalt von Val de Travers für die Baukunst nutzbar zu machen. Vor einigen

30 Jahren begann der Marquis de Sassenay den Asphalt von Val de Travers und Seyssel an der Rhone zu Bauzwecken zu benutzen und seit dieser Zeit hat sich die Asphaltindustrie zu einer ausserordentlichen Bedeutung entwickelt, denn sie liefert nicht nur die sauberen Strassendämme, auf denen die Fuhrwerke ohne alle Stösse und ohne jedes Geräusch fast so leicht sich bewegen, wie auf den feinsten Schienen, sondern sie beginnt auch durch die Herstellung wasserdichter Isolirschichten und in anderer Art für die gesundheitlichen Rücksichten, welche die Baukunst zu nehmen hat, einen unschätzbaren Werth zu erhalten. Deutschland kann über den Besitz unerschöpflicher Massen von Asphalt-Kalk glücklich sein, welcher eine billige und unbeschränkte Gewinnung gestattet und hinreicht, um ganz Europa mit Asphalt zu versorgen.

Der auf die eine oder andere Weise gewonnene Asphaltstein wird nun nicht zur Gewinnung des reinen Bitumens verarbeitet, sondern findet als solcher direct Verwendung zum Strassenbau als **Gussasphalt — Asphalt mastix —, Asphalté coulé** oder **Stampfasphalt, Asphalt comprimé.**

Schon Erynnis verwendete im Anfange vorigen Jahrhunderts — Seite 530 — nicht reines Erdpech zu seinen baulichen Zwecken, sondern er nahm den in der Natur bei Seyssel vorkommenden Kalkstein und brachte ihn gepulvert durch einen Zusatz von Pflanzenpech — Burgunderharz — zum Schmelzen. Beim Beginn der neuen Asphaltindustrie wurden zuerst Zusatzmittel von natürlichem Bergtheere gemacht, da derselbe aber in der erforderlichen Menge nicht mehr zu beschaffen ist, so werden andere Zusätze — Goudron — gemacht von: Trinidadasphalt, Destillationsproducten der bituminösen Schiefer, Braunkohle, Steinkohle etc. Der so zum Schmelzen gebrachte Asphalt wird in gusseiserne Mastixformen gegossen, welche die bekannten runden, viereckigen, sechseckigen etc. Kuchenformen haben, darauf wird die halberkaltete Masse mit dem Stempel der Fabrik versehen und gelangt dann nach ihrer vollständigen Erhärtung, die durch blosse Abkühlung bald erfolgt, in den Handel und zwar in Broten von circa 30 Kilogramm Gewicht.

Jedenfalls kommt es nur darauf an, den bituminösen Kalkstein durch einen leicht flüssigen Zusatz, der auf die Dauerhaftigkeit keinen schädlichen Einfluss übt, zum Schmelzen zu bringen. Die erhaltene Mischung — **Gussasphalt, Asphalt mastix — asphalte coulé; gritted asphalt** oder **mastic** — wird für den Gebrauch entweder rein, oder was häufiger ist, unter Beimischung von Kies, Sand, Kalkstein etc. als Estrich für Fusswege und Strassendämme benutzt. Als allgemeine Regel kann angenommen werden, dass je mehr Goudron und je mehr Kies den ursprünglichen Mastixbroten beim Umschmelzen hinzugefügt wird, desto schlechter und weniger dauerhaft wird die Arbeit. Ein jeder Kieszusatz bedarf auch eines entsprechenden Zusatzes von Goudrón und dies ist die Veranlassung, dass selbst der beste Gussasphalt im Sommer weich wird.

Durchaus verschieden von dem Gussasphalt ist der **Stampfasphalt — comprimirte Asphalt; Asphalte comprimé; compressed asphalt.** An sich muss der rohe Asphaltstein schon gewisse Eigenschaften, vor Allem ein bestimmtes Mischungsverhältniss seiner Bestandtheile — Seite 106 — besitzen, um in dieser Form überhaupt in Anwendung kommen zu können. Das Material selbst bedarf keiner umständlichen Vorbereitung. Der rohe Asphaltstein wird erst in Schrotmühlen zerkleinert, dann in Cars'schen Centrifugalmahlmühlen zu feinem Staube gemahlen — wie er auch zum Gussasphalt verwendet werden kann — und kommt in diesem Zustande in rotirende Apparate, welche mit Kaffeebrennern grosse Aehnlichkeit besitzen und etwa 3000 Kilogramm zu fassen vermögen. In diesen Apparaten wird das Pulver unter fortwährendem Drehen über Kohlenfeuer erhitzt, aber es darf die angewandte Temperatur im Durchschnitt 130° C. nicht überschreiten. Gewisse Asphaltsorten ertragen jedoch sehr gut eine Erhöhung bis auf 140° C. z. B. der Travers, während der Seyssel-Asphalt nur einer Temperatur von höchstens 120° C., andere, an Bitumen noch ärmere, nur noch einer solchen von höchstens 100° C. ausgesetzt werden dürfen. Alsdann wird das heisse Pulver auf die Arbeitsstätte gefahren, auf eine gute, angemessen dicke Betonunterlage ausgebreitet (welche je nach der Grösse des zu er-

wartenden Verkehrs 15 bis 20 Cm. stark ist) und darauf mit heissen Rammen und Walzen auf die gewünschte Dicke von etwa 4—5 Cm. zusammengedrückt. Die gleichmässige Oberfläche wird schliesslich durch heisse au Stangen befindlichen Glätteisen erreicht. Schon nach wenigen Stunden, nachdem die Masse erkaltet ist, kann eine so hergerichtete Strasse bereits dem Verkehre übergeben werden. Die Reperatur des comprimirten Asphaltes ist sehr einfach. Wenn sich ein Loch gebildet hat, wird ringsherum ein entsprechendes Stück und zwar in graden Linien und nicht kreisförmig bis auf das Betonbett ausgeschnitten und bei dem offnen Stücke wie bei der Neupflasterung verfahren.

Was den Umfang der Gewinnung des Asphaltgesteines in den Gruben betrifft, so stellt sich derselbe für die verschiedenen Zwecke der Fabrikation zur Zeit pro Jahr auf:

		Tonnen
1.	Val de Travers — The Neuchatel Asphalt Comp.	25000
2.	Seyssel-Pyrmont — Compagnie Génerale des Mines d'Asphalte	13000
3.	Lobsann — Mines d'Asphalte de Lobsann . . .	9000
4.	Limmer-Vorwohle — The United Limmer and Vorwohle Rock Asphalt Company	18000
5.	Limmer - Vorwohle — Deutsche Asphalt - Actien-Gesellschaft	12500

Production von Asphaltstein in Lobsann.

Im Jahre	Kilogramm	Preis pro 1000 Kilogramm = Tonne	Gesammtwerth
1869	4473550	8,16 Mark	36504 Mark
1870	2672350	8,96 „	23960 „
1871	3467100	8,80 „	30510 „
1872	2766630	10,40 „	28772 „
1873	1777854	9,76 „	17351 „
1874	206925	11,00 „	22761 „
1875	2965750	9,10 „	26988 „
1876	2961903	9,46 „	28027 „
1877	3255220	9,10 „	29440 „

3. Gewinnung von Erdwachs. Ozokerit.

Das Vorkommen des Erdwachses, auch noch **Kundebal**, **Wisk**, **Naphthadil** bezeichnet, ist auf Seite 42, die Eigenschaften und Zusammensetzungen sind auf Seite 129 zu berücksichtigen.

Die Gewinnung des Erdwachses geschieht hauptsächlich in Ostgalizien und dem Kaukasus, da Amerika keine ergiebigen Fundorte besitzt.

In Ostgalizien sind ausser **Boryslaw** noch **Truskawiec**, **Dwinia** und **Starunia** als Ozokeritlieferanten zu erwähnen, in den letzteren beiden Punkten findet die Gewinnung gemeinschaftlich mit Erdöl statt, und sind nur ausnahmsweise mächtigere Erdwachsadern mit engen Strecken von 1—1½ Meter Höhe und einem halben Meter Breite, welche bergmännisch verfolgt werden. In dem eine Meile von Boryslaw entfernten Badeorte Truskawiec werden schon in geringer Tiefe Erdwachslager angefahren, aus denen bereits mehrere Tausend Centner Ozokerit gewonnen sind; der Hauptfundort dafür ist aber Boryslaw und wird daselbst ein umfangreicher Bergbau seit circa 18 Jahren betrieben. Ausschliesslich bei Schachteinbau verbreitet sich der Bergbau über eine Fläche von circa 200 österreichischen Joch — 1 Joch = 57,5 Ar = Quadratdecameter — und befinden sich darauf über 12000 Schächte, die häufig nicht weiter als 3—5 Meter auseinander sind und von circa 1000 Unternehmern bewirthschaftet waren. Jetzt befindet sich aber die Mehrzahl der Schächte im Besitze von 3 grösseren Gesellschaften, von welchen die älteste, die „Französische Erdwachs- und Petroleum-Gesellschaft", schon seit Jahren besteht, während die „Lemberger Creditbank" und das Consortium „Gartenberg, Liebermann & Co. sich erst in dem Jahre 1882 durch Ankauf zahlreicher Schächte constituirt haben.

Im Allgemeinen wird mit senkrechten Schächten, je nach Erforderniss mit Abtreibezimmerung oder mit blosser Schrotzimmerung bis zur Lagerstätte niedergegangen. Die Wasser werden, wo sich solche einstellen, durch eine 40 Cm. starke, innerhalb der Abtreibezimmerung angebrachte Lattenverstauchung

abgedämmt, der Schacht sodann conisch zulaufend wieder in die anfängliche Dimension in Schrotzimmerung aus 5 Cm. starken Pfosten überführt und weiter abgeteuft. Bei starker Gasentwicklung befindet sich ein Ventilator in unausgesetztem Betriebe und werden mittelst Wetterröhren aus Weissblech die frischen Wetter bis zum Arbeitspunkt geleitet. Diese Wetterführung hat den Uebelstand, dass die Röhren rasch durchrosten und luftdurchlässig werden.

Der Arbeiter wird bei dem Abteufen in einen Gurt geschnallt und mit dem sogenannten Mannseile, welches über eine besondere, auf der Hängebank befindlichen Haspelwelle läuft, gesichert, um bei eintretender Gefahr auf ein gegebenes Zeichen sofort zu Tage gefördert zu werden.

Die in früheren Zeiten in Anwendung gewesene Korbzimmerung ist im Allgemeinen durch die Schrotzimmerung aus 4—5 Centimeter-Pfosten verdrängt worden. Bei besonders in Druck (bisweilen Eichenhölzer von 40 Cm. Durchmesser wie Schwefelhölzer zerdrückend) stehenden Schächten wird auch Rundholz-Schrotzimmerung aus 25—30 Cm. starkem Holze bis zum Schachtstumpf angewendet.

Die Tiefe der wachsführenden Schichten beginnt bei 20 M. und reicht bis gegen 100 Meter, wahrscheinlich sind aber auch noch in grösserer Tiefe Ablagerungen vorhanden.

Beim Aufkommen auf eine Erdwachslagerstätte verursachen die im Innern in Hohlräumen angesammelten Gase einen solchen Druck, dass das Erdwachs wie durch eine Röhre herausgepresst wird und die Arbeiter sich schnell nach höher gelegenen Stellen des Schachtes flüchten müssen. Häufig ist aber auch die Kraft so mächtig, dass selbst Schachte von bedeutender Tiefe innerhalb weniger Stunden von dem hervordringenden Erdwachse ganz gefüllt werden und das Erdwachs mit dem Spaten an der Erdoberfläche abgestochen werden kann.

Während man den Oelschächten in Boryslaw kaum 80—100 Cm. lichte Weite giebt, werden die Erdwachsschächte in Dimensionen von 1,5 × 2 und 2 × 3 M. gehalten. In den grösseren geschlossenen Erdwachsterrains werden nach der Streichungslinie Strecken in verschiedenen Horizonten ge-

trieben (Strecken sind ebenso wie Stollen ganz oder nahezu horizontale Grubenbaue, welche jedoch kein Mundloch haben, d. h. bis zu Tage ausmünden) und von hier aus das Erdwachs verhauen, die tauben Berge dann auch wieder versetzt.

Die kleinen Unternehmer bringen ein Raubbausystem zur Anwendung, welches einzig in seiner Art dasteht.

Die Ergiebigkeit des **Erdwachsvorkommen in den kaukasischen Ländergebieten** ist auch eine sehr geringe. Das Erdwachs findet sich da in Nestern von verschiedener Grösse im losen Sandstein zumeist von geringem Umfange und in den Sandschichten sehr vereinzelt; deshalb erfordert die Aufsuchung grosse Massenbewegungen von taubem Gestein. Das Ozokeritvorkommen am nordwestlichen Abhange des Kaukasus im Kubangebiete ist bergmännisch noch wenig erschlossen.

Die Gesammtproduction von Erdwachs belief sich in Galizien im Jahre 1883 auf 105200 Metercentner. Da Ozokerit als Rohmaterial an der Grube schon einen Werth von 29 bis 30 Gulden pro Metercentner besitzt, so bildet dieses Product einen der wichtigsten Handelsartikel Galiziens, der jährlich einen Werth von $3^1/_4$—$3^1/_2$ Millionen Gulden repräsentirt.

---

4. Förderung der Steinkohlen und Braunkohlen.

Auf den bergmännischen Betrieb zur Förderung der Kohlen näher einzugehen verbietet die Gesammtanlage des Werkes und mögen daher nur einige statistische Notizen Platz finden.

Production von Steinkohlen und Braunkohlen in Deutschland in den Jahren 1861 bis 1882.

	Jahr	Steinkohlen Menge 1000 Tonnen	Steinkohlen Werth 1000 Mk.	Braunkohlen Menge 1000 Tonnen	Braunkohlen Werth 1000 Mk.
Zollgebiet in der Begrenzung von 1860.	1861	14133,0	80781	4622,3	13305
	1862	15576,3	83098	5084,4	14110
	1863	16906,7	85469	5459,5	15184
	1864	19409,0	100557	6203,9	17553
	1865	21794,7	120529	6758,1	19784
	1866	21629,8	127230	6533,1	18848

Jahr		Steinkohlen Menge 1000 Tonnen	Steinkohlen Werth 1000 Mk.	Braunkohlen Menge 1000 Tonnen	Braunkohlen Werth 1000 Mk.
Zollgebiet für 1871 auch Zollausschlüsse	1867	23808,1	137414	6994,8	20051
	1868	25704,8	145791	7174,4	20006
	1869	26774,4	155785	7569,6	21052
	1870	26397,8	163537	7605,2	22053
	1871	29373,3	218351	8482,8	26213
Deutsches Reich und Luxemburg	1872	33306,4	296668	9018,0	29496
	1873	36392,3	403645	9752,9	34627
	1874	35918,6	387183	10739,5	39232
	1875	37436,4	297485	10367,7	36885
	1876	38454,4	263678	11096,0	38442
	1877	37529,6	216972	10700,3	35921
	1878	39589,8	207916	10930,1	34459
	1879	42025,7	205703	11445,0	35227
	1880	46973,6	245665	12144,5	36710
	1881	48688,2	252252	12852,3	38122
	1882	52118,6	267859	13259,6	36156

Die Steinkohlenproduction ist in allen Ländern der Erde in steigender Zunahme begriffen; in den letzten Jahren wurden durchschnittlich gewonnen:

Steinkohlenproduction in allen Ländern der Erde.

Grossbritannien	163 000 000	Tonnen
Deutschland	52 031 726	„
Vereinigte Staaten von Nordamerika	50 000 000	„
Frankreich 1878	17 096 563	„
Belgien 1877	13 938 523	„
Oesterreich-Ungarn 1877	13 908 897	„
Asien	4 120 000	„
Russland 1877	1 803 766	„
Australien 1876	1 380 000	„
Spanien 1877	729 500	„
Canada 1876	709 646	„
Schweden 1877	112 944	„
Italien 1875	101 640	„
Afrika	100 000	„
Schweiz 1876	19 000	„
Portugal 1871/1872	12 387	„
Weltproduction:	319 064 592	T. à 20 Ctr.

Von den ans Tageslicht geförderten Steinkohlen finden — nach englischen Verhältnissen — Verwendung in den einzelnen Zweigen wie folgt:

Verwerthung der geförderten Steinkohlen.

für Eisen- und Stahlproduction . . .	30 %
„ Haushaltungszwecke	17 „
„ Dampfmotoren	12 „
„ Export	10 „
„ Bergwesen	7 „
„ Gas- und Theerbereitung	6 „
„ Glas- und Thonindustrie	4 „
„ Dampfschifffahrt	3 „
„ Eisenbahnen	2 „
„ Metallgewinnung, Brauereien etc. .	9 „
	100 %

Wenn diese Zusammenstellung richtig ist, so würden in England allein 10 000 000 Tonnen Kohle für Leuchtgasfabrikation und Theergewinnung gebraucht werden.

In Kohlenbergwerken beschäftigt

England	ungefähr	300 000	Arbeiter
Deutschland	„	130 000	„
Frankreich u. Belgien .	„	100 000	„
Oestreich	„	45 000	„
Gesammteuropa . . .	„	600 000	„

Auf der ganzen Erde sind circa 700 000 Einwohner bei einem Löhnungsbetrage von etwa 500 Millionen Mark jährlich mit Kohlengewinnung beschäftigt.

VIII. Verarbeitung von Rohpetroleum. Trennung der darin enthaltenen Kohlenwasserstoffe: Petroleumäther, Kerosen, Paraffinöl, Schmieröl, Vaseline etc.

1. Destillation des Rohpetroleum.

Das rohe Erdöl wurde in früherer Zeit je nach seiner Consistenz als Schmier- und Leuchtmaterial direct verwendet; die Anwesenheit gewisser Bestandtheile beeinträchtigte die Verbrennung, die Gegenwart der flüchtigen Kohlenwasserstoffe erhöhte die Feuersgefahr, so dass das Erdöl im unveränderten Zustande für keine Anwendung besonders geeignet war. Erst nachdem eine Scheidung der Bestandtheile des Erdöles durch fractionirte Destillation — Seite 91 — stattgefunden hat, hat die Erdölindustrie einen ungeahnten Aufschwung genommen.

Die Verarbeitung des Erdöles im Grossen beschränkt sich auf eine Scheidung nach gewissen Klassen von Körpern, welche den verschiedenen Anwendungen entsprechen.

Diese Klassen scheiden sich, wie dies in der Natur der Sache liegt, nach übereinkunftsmässigen, mehr oder weniger willkürlichen Grenzen — Seite 99 — und nicht nach scharf wissenschaftlichen — Seite 202, 236, 242 —; sie erleiden auch an verschiedenen Orten Abänderungen, je nach den Marktverhältnissen und der Verwerthbarkeit der Producte. Immerhin werden bei der Scheidung, wenn auch nicht überall die gleichen, so doch gewisse Grade der Dichte oder Siedetemperaturen eingehalten.

Destillationsapparate — Stills. Wie überall, müssen für eine Industrie Uranfänge vorhanden sein und so auch hier. Die Arbeit zur Destillation begann damit, dass das Erdöl aus

den Barrel-Transportfässern — Seite 498 u. 507 —, wie sie für den ersten Rohöltransport (später für den Raffinadetransport) dienten, in grosse eiserne in die Erde versenkten Behälter entleert wurde, aus denen die Destillirblasen einfacher Con-

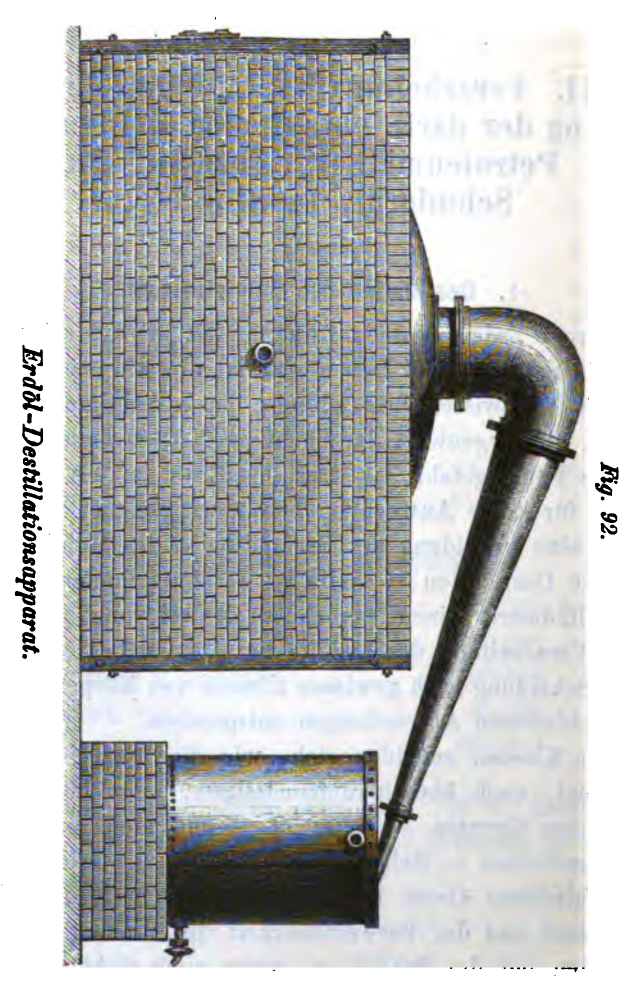


Fig. 92.

Erdöl-Destillationsapparat.

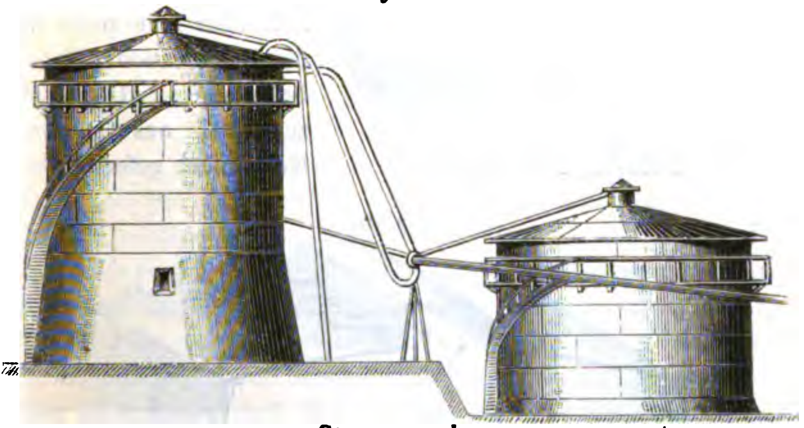
struction — Fig. 92 — dann mit gleichmässig gemischter Waare gefüllt wurden.

Jetzt werden entweder aus den „Tank cars" — S. 511 — oder den Storage-tanks — Fig. 93, Seite 541 — die Destillationsapparate der Raffinerien gefüllt.

Zum Entleeren des Oeles der Ersteren fliesst je nach der Anlage der Raffinerie das Oel in die verschiedenen Destillirkessel, oder aber wie bei den ersten Anlagen in in die Erde eingelassene Reservoirs, welche ähnlich wie die Barrels und Storage-tanks überdacht sind und in ein umrändertes flaches Dach auslaufen, welches als Wasserreservoir dient um bei Feuersgefahr in geeigneter Weise zu nützen. Zur Entleerung der Tank cars befindet sich daher an der Unterseite ein Hahn, welcher durch einen Rohrstrang mit dem Raffinirkessel in Verbindung steht. Die Entleerung aus den Reservoirs nach den



Fig. 93.



Storage-tanks.

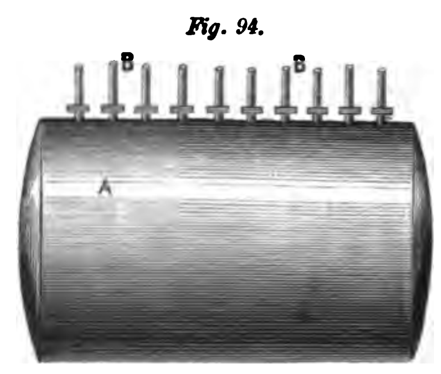
Raffinerien geschieht je nach der Anlage entweder durch eignen Druck oder durch Dampfpumpen von der Raffinerie aus.

Es würde zu weit führen in dem rein technischen Theile noch eine Trennung nach Ländern eintreten zu lassen, denn die Manipulationen bei den Arbeiten hängen von den Fortschritten der Technik ab und selbst Amerika, welches als technisch mustergiltiges Oelland dastand, muss auch auf geeignete Weise danach streben, diesen Ruf zu erhalten, wenngleich seine reichen Oelquellen zu versiegen scheinen.

In Russland bestehen noch zwischen den kolossalen Etablissements von Nobel, Ragosin etc. die kleinen Laboratorien des armenischen oder persischen Kaufmannes, welcher ein Paar Barrel Oel pro Tag raffinirt.

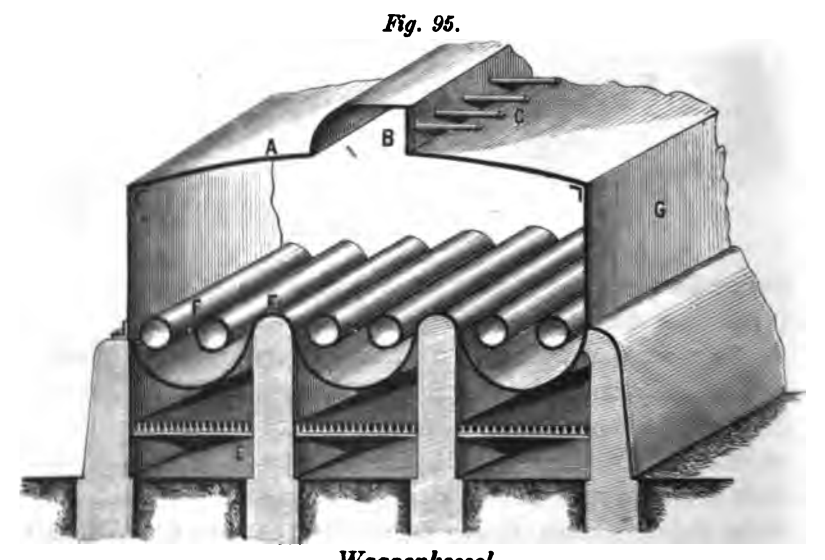
Die einfachsten Destillirkessel, wie sie in Fig. 92 abgebildet sind, erfordern wohl keine Beschreibung, es sind aber noch eine Reihe von Apparaten — Destillirgefässe, „Stills“ — in Gebrauch, welche eine nähere Besprechung erheischen. So ist in erster Zeit als eine geglaubte Verbesserung der **Walzenkessel** — Fig. 94 — eingeführt, hier und da noch in Gebrauch, hauptsächlich aber nur noch für die Rectification der Nebenproducte. Der Walzenkessel aus starkem Kesselblech gefertigt, hat

Fig. 94.



Walzenkessel.
A Kessel. *B* Abzugröhren.

Fig. 95.



Waggonkessel.
A Kappe. *B* Aufsatz. *C* Gasableitungsröhren. *E* Feuerung. *F* Feuerzüge. *G* Wandung.

eine Länge von circa 3,5 Meter und 2 Meter Durchmesser und sind oben 10 Abzugröhren in gleicher Länge auf dem Kessel

vertheilt angebracht, die sich in einer Länge von 1—2 Meter wieder in ein Rohr vereinigen und in eine Kühlschlange münden. Der Kessel ist derartig eingemauert, dass nur die untere Hälfte und ein kleiner, dem Flammenabzug — also der Esse — entgegengesetzter Theil von der Flamme bestrichen wird.

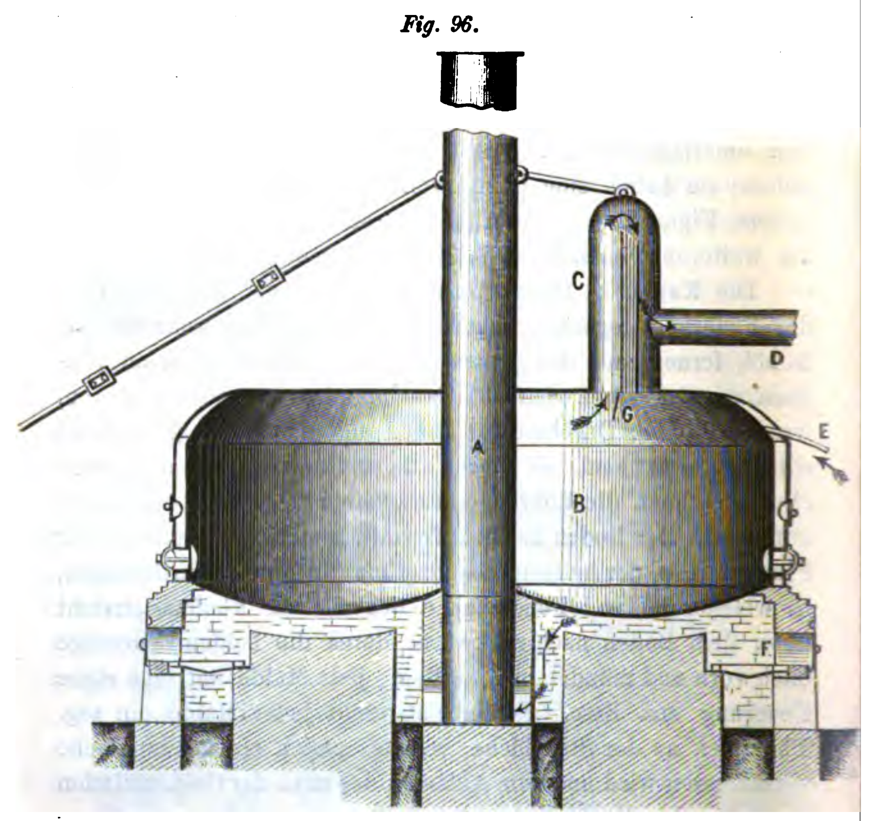
Professor Höfer nennt die in Fig. 95 dargestellte Form eines Stills nicht mit Unrecht — **Waggonkessel**, weil sie mit den amerikanischen Eisenbahn - Personenwagen Aehnlichkeit haben; sie haben eine Länge von 10 Meter und ist die beigegebene Figur in $^1/_{100}$ natürlicher Grösse dargestellt, so, dass die weiteren Dimensionen leicht zu berechnen sind.

Die Kappe *A* trägt an einem Kesselende, und zwar dem der Feuerung gegenüberliegenden, das Zuleitungsrohr für das Rohöl, ferner nach der ganzen Länge einen Aufsatz *B*, an welchen an der einen Seite 35 Gas- und Dampfableitungsröhren, welche 65 Mm. Durchmesser haben und gleichmässig vertheilt sind, angesetzt sind; sie führen alle zu einem Condensator, welcher auch noch die Röhren eines zweiten Destillationsapparates aufnimmt. Der Boden hat behufs vollkommener Ausnutzung der Flamme resp. der heissen Gase drei muldenförmige Vertiefungen, in welcher je zwei Feuerzüge *F* liegen. Die Flamme streicht unter dem Boden nach rückwärts, durch die beiden Feuerzüge nach vorn und mündet in eine Esse; jede Mulde hat eine eigne Feuerung und Esse. Ferner entspricht jeder Mulde ein sog. Theerloch an der Stirnfläche, welches gleich einem Mannloche verschlossen wird und zum Ablassen des nach der Oeldestillation verbleibenden Rückstandes dient. Bei den gezeichneten Querschnittsdemensionen ($^1/_{100}$ natürlicher Grösse) und bei 13,73 M. = 15 Fuss Länge ist das Fassungsvermögen eines solchen Stills 2500 Barrels = 2385 Hectoliter; die Erfahrung hat gelehrt, dass dies die höchste Capacität eines jedweden Stills sei, über welche hieraus der Process nur unregelmässig zu führen ist.

Eine sehr grosse Verbreitung hat der sogenannte **Dosenkessel** — Cheese box still — im Durchschnitt in Fig. 96 dargestellt.

Der Dosenkessel *B* hat 10 Meter im Durchschnitt, 3 M. Höhe, einen Fassungsraum für 1250 Barrels Rohöl und ist mit einem Mantel von Eisenblech umgeben, welcher beim Gebrauch vor Abkühlung schützt. Die Kesselwände sind von 8 Mm.

Fig. 96.



Dosenkessel (Cheese box still).

A Esse. *B* Kessel. *C* Dom. *D* Ableitungsrohr. *E* Rohöl-Zuführungsrohr. *F* Feuerzüge. *G* Klappen.

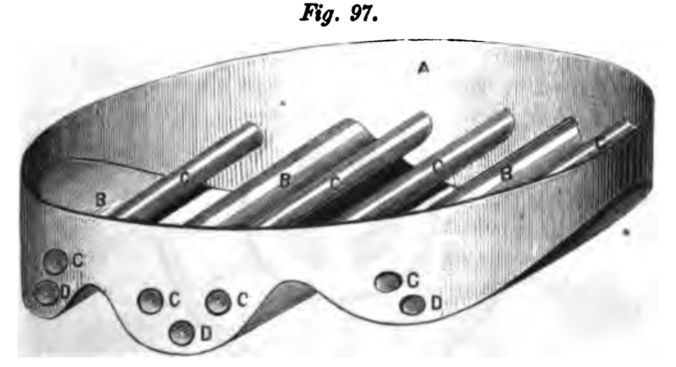
starken Schmiedeeisen, der Boden von 8 Mm. starken Stahl. Der Boden ist verschiedenartig, meist wellenartig construirt, jedoch stets zur Innenseite gewölbt; wie aus der Figur 96 ersichtlich.

In neuerer Zeit ist auch die bei dem Waggonkessel — Fig. 95, Seite 542 — angegebene Feuercirculation in An-

wendung und dann hat der Kesselboden die in Fig. 97 scizzirte Form.

Die Kesselhaube ist nach oben gewölbt und trägt ausserhalb der Mitte einen Dom *C* — Fig. 96 —, an welchen sich das Destillationsabzugsrohr anschliesst. Der Dom hat in der Mitte eine verticale Scheidewand, welche an ihrem unteren Ende zwei Klappen besitzt. In der ersten Periode der Destillation wird die eine Klappe gesperrt, die andere geöffnet, so dass die entweichenden Dämpfe nur auf dem Umwege, wie es die eingezeichneten Pfeile andeuten, in das Ableitungsrohr *D*

Fig. 97.



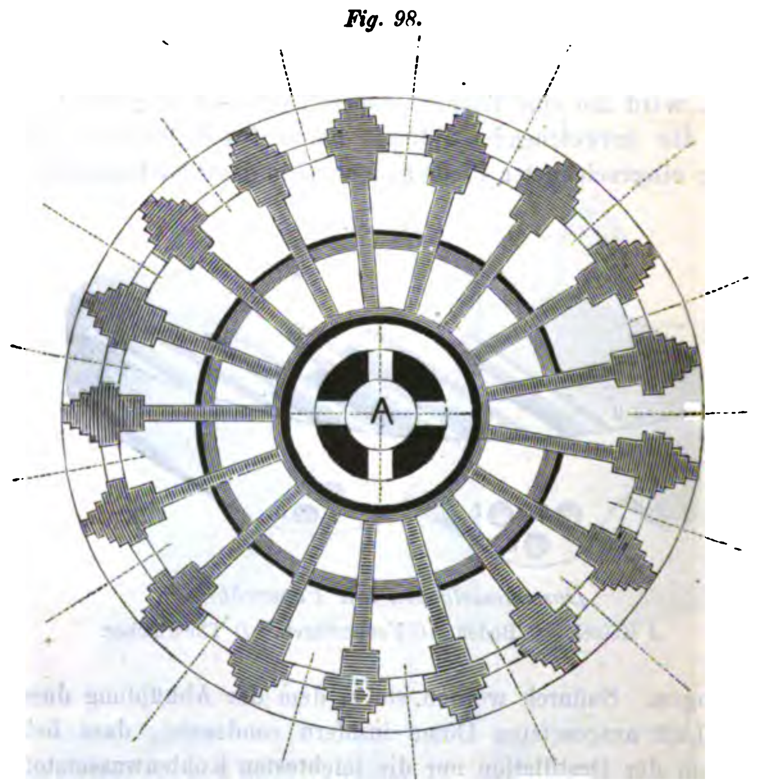
Dosenkesselboden mit Feuerröhren.
A Kessel. *B* Boden. *C* Feuerröhren. *D* Theerlöcher.

gelangen. Dadurch werden sie in dem der Abkühlung durch die Luft ausgesetzten Dome insofern condensirt, dass beim Beginn der Destillation nur die leichtesten Kohlenwasserstoffe entweichen, während die von grösserem specifischen Gewichte verdichtet werden und in den Destillationskessel zurücklaufen. Ist jedoch der Process erst in vollem Gange, so wäre der Klappenverschluss eine blosse Verzögerung, weshalb dieser auch ausser Thätigkeit kommt, damit die Dämpfe direct nach dem Dom *C* und Abzugsrohr *D* und weiter in einen Kühlapparat gelangen können. Seitlich an der Haube ist das Rohöl-Zuleitungsrohr *E* und am unteren Theil des Kessels und der Mantelfläche sind diametral gegenüber die beiden Theerlöcher, welche zum Ausbringen des Residuum resp. Theeres

dienen und in Art der Mannlöcher bei Dampfkesseln verschlossen sind.

Die Mitte des Dosenkessels — Fig 96 und 98 — ist von einem Pfeiler aus Backsteinen unterstützt und mitten durch den

Fig. 98.



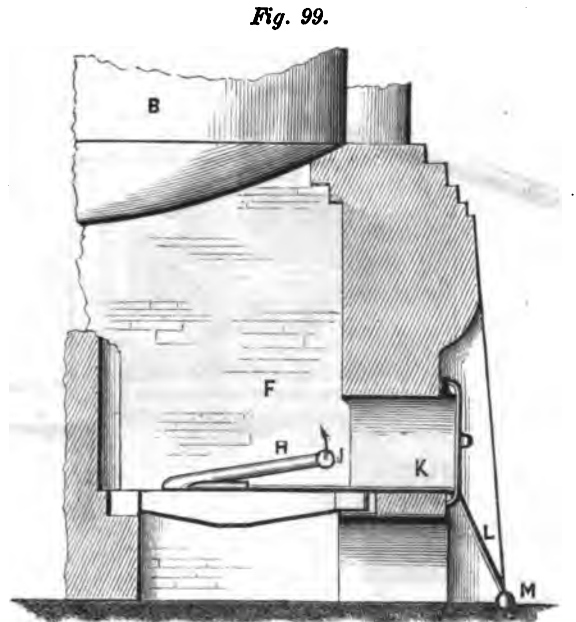
Dosenkessel. Kesselstützpunkte und Feuerung.
Anlage (Grundriss).
A Pfeiler für den Schornstein. *B* Bogen als Kesselstützpunkte.

Kessel geht die Feueresse *A*, welche auch auf dem Pfeiler ruht, und die Verbrennungsgase von 17 Heizlöchern, welche concentrisch unter dem Kessel in Bogen als gleichzeitige Kesselstützpunkte *B* — Fig. 98 — angebracht sind, aufnimmt. Zwischen zwei aneinander liegenden Heizlöchern *F* — Fig. 96 — zieht sich unterhalb des Bodens des Dosenkessels noch eine dünne Scheidemauer.

Die Führung der Flammen und die centrale Lage des Schornsteins ist aus Fig. 96 und 98 ersichtlich.

Die Feuerung ist sowohl für Kohle, als auch für die bei der Destillation zuerst gewonnenen leichten Kohlenwasserstoffe = Naphta eingerichtet; im ersteren Falle sind Planroste mit gusseisernen Fischbauch-Roststäben sehr beliebt. Behufs der Naphtafeuerung — Fig. 99 — ist rund um die Aussenseite des Gemäuers ein Rohr *M* von 2—2,5 Cm. lichtem Durch-

Fig. 99.



Dosenkessel. Anlage zur Naphtafeuerung.

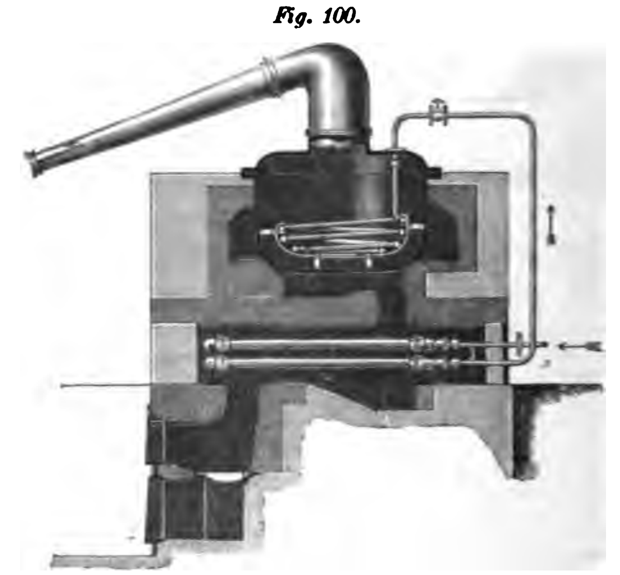
B Dosenkessel. *F* Mauerwerk. *H, L, M* Eisenröhren. *J* Rohrmündungen. *K* Heizloch.

messer auf der Hüttensohle gelegt, von diesem aus steigen, entsprechend jedem Roste, Röhrchen *L* von 1,5 Cm. äusserem Durchmesser auf, welche unter die zweiflügelige Heizthüre, und zwar in deren Mitte über den Rost geleitet werden und hier in eine 4—5 Cm. weite Eisenröhre *H* münden, die bei *J* mit einer querweise gestellten ebenso starken Röhre endet, aus welcher durch einen Schlitz oder durch eine Reihe von

Löchern das Gas entweichen kann. Die Windung des Rohres *H* hat nämlich den Zweck, dass die zugeleitete flüssige Naphta durch die in dem Feuerungsraume herrschende Hitze verdampft. Die zur Gasfeuerung eingelegten Rohre verbleiben auch dann, wenn Kohle als Feuerungsmaterial benutzt wird.

In den grossartigen pennsylvanischen Petroleumraffinerien, welche auf einmal 1200—1400 Barrel Rohpetroleum in die Kessel bringen und der Destillation unterwerfen, ist eine Destillation mit hochgespannten oder überhitzten Wasserdämpfen

Fig. 100.

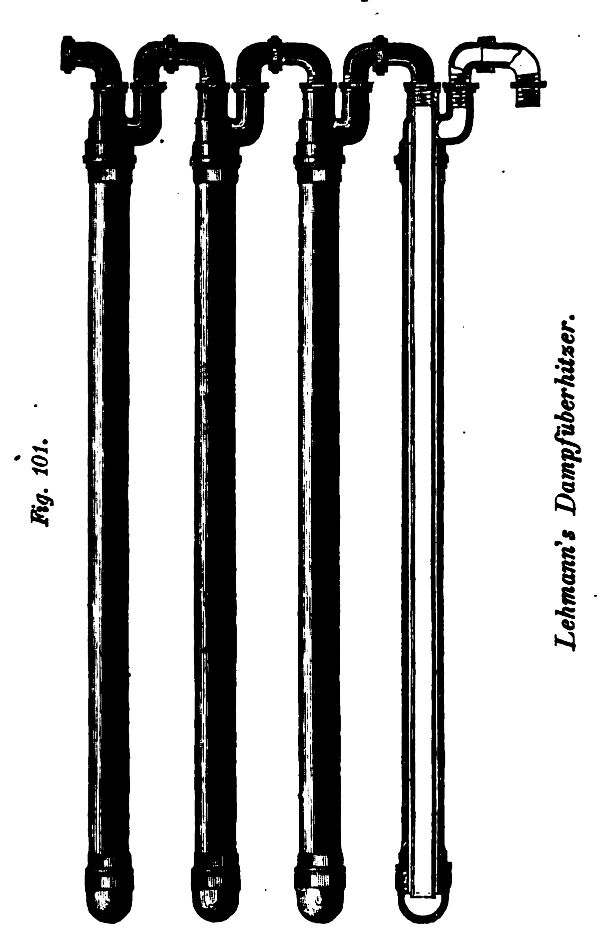


Petroleumdestillationsapparat für überhitzten Wasserdampf.

schlecht ausführbar, für kleinere Raffinerien ist aber eine Destillation mit überhitzten Dämpfen am sichersten und zweckmässigsten und ist eine solche Anlage in Fig. 100 dargestellt, während die Figuren 101 den Ueberhitzer und Fig. 102 die Einmauerung veranschauligen.

Der Ueberhitzer wird entweder für sich aufgestellt wie in Fig. 102 und durch Leitung mit einer Destillirblase vereinigt oder, was bedeutend zweckmässiger ist, der Ueberhitzer steht in directer Verbindung mit der Destillisblase, wie aus Fig. 100

Fig. 101.



Lehmann's Dampfüberhitzer.

Fig. 102.



Einmauerung des Dampfüberhitzers.

ersichtlich, wodurch es bequem ermöglicht wird, die abziehenden Heizgase noch um die Destillirblase zu leiten, bevor sie in den Schornstein entweichen. Im Gegensatze zu den meisten Constructionen von Dampfüberhitzern, welche entweder aus starren, beiderseitig durch Krümmer oder Buchsen fest verbundenen Rohrbündeln bestehen oder sich gar aus geschweissten Rohrschlangen zusammensetzen, bestehen die Lehmann-schen Dampfüberhitzer aus einseitig geschlossenen, andererseits durch elastische Krümmer verbundenen einzelnen Ueberhitzerelementen. Diese eigenartige, in beistehender Abbildung — Fig. 101 — dargestellte Construction gestattet, dass sich die einseitig geschlossenen Rohre im Feuer frei ausdehnen können und vor Spannungen, die leicht ein Zerspringen der Rohre oder ein Undichtwerden der Verbindungen veranlassen, behütet werden. Jedes solche einseitig geschlossene Ueberhitzungsrohr besitzt in seinem Innern ein engeres Rohr, welches am geschlossenen Ende des ersteren offen ist, mit dem andern Ende aber den anschliessenden Fitting durchsetzt und sich mit einem eben solchen Nachbarrohre durch einen elastischen Krümmer verbindet. Die Innenrohre vermitteln die Circulation des Dampfes in der Weise, dass derselbe abwechselnd ein Innenrohr und hierauf den ringförmigen Querschnitt zwischen diesem und dem Ueberhitzerrohr durchstreicht. Hierdurch wird der Weg des Dampfes im Ueberhitzer verdoppelt, ohne den Raum des Apparates oder die Rohrzahl zu vergrössern, d. h. es wird eine äusserst compendiöse Construction von möglichst grosser Heizfläche erzielt, woraus ganz wesentliche Vortheile in Bezug auf Effect und Brennstoffersparniss gewonnen werden.

Die verschiedensten Versuche waren gemacht worden, um eine continuirliche Destillation zu erreichen, aber erst 1877 liess sich Samuel van Syckle of Titusville, Pennsylvanien, einen Apparat zur ununterbrochenen Destillation des Rohöles patentiren. Er besteht aus einer Reihe von 4 Stills, in welchen das Oel in gleicher Höhe mit dem Oelstande eines Vorrathsbehälters erhalten bleibt, dessen Stand sich durch automatische Controle regelt. Der erste Still erhält eine solche Temperatur, dass nur die leichten Producte übergehen, der

zweite und dritte für Beleuchtungs-, der letzte für Schmieröle etc. Der Apparat hat seiner complicirten Einrichtungen wegen nur sehr wenig Verbreitung gefunden, weil fast zu gleicher Zeit der einfachere Apparat von dem Deutschen Fuhst eingeführt wurde, welcher später bei der „Braunkohlentheerdestillation“ ausführlich beschrieben und durch Figuren erläutert ist. Viele später construirte Apparate waren mit grossen Mängeln behaftet.

In Baku, wo sich die Erdölindustrie erst vor Kurzem entwickelte, die Anforderungen an die Raffinerien gestiegen und bedeutende Erdölmengen zu bewältigen waren, so dass in einzelnen Raffinerien mit kleinen Anlagen die Destillirkessel 3 bis 4 mal in 24 Stunden gefüllt und abdestillirt werden mussten, also für die Betheiligten bei dem sorglosen Arbeiten eine fortwährende Lebensgefahr war, machte sich erst recht der Mangel an einem continuirlichen Destillationsapparate fühlbar.

Endlich nach kostspieligen Versuchen ist es der Firma Gebrüder Nobel in Baku gelungen, einen Apparat construiren zu lassen, welcher für Russland und Oesterreich patentirt ist — Fig. 103 und 104 —.

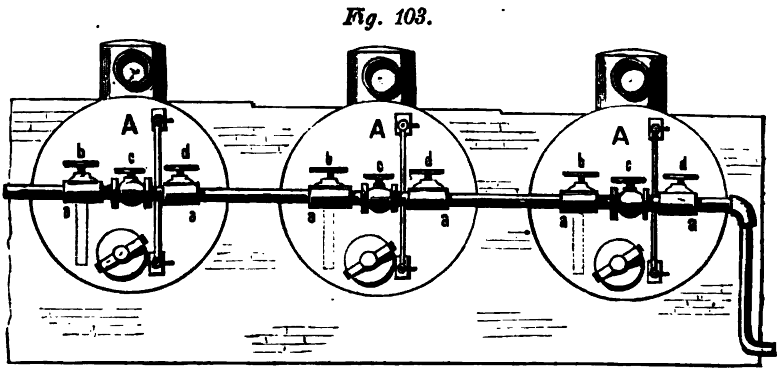
Nach Nobel sind bei der Anlage vierzehn cylinderförmige Destillirkessel — Fig. 103 — derartig in eine Reihe eingemauert, dass ein jeder Kessel seine besondere Heizung hat und im Vergleich zum nächstfolgenden einige Zoll höher steht, so dass in der ganzen Linie, die Kessel von No. 1 bis 14 bezeichnet, eine treppenförmige Abstufung vorhanden ist. Jeder Kessel hat einen separaten aus graden Röhren construirten Kühler; die Röhren in den Kühlern liegen fast flach und in mehreren Reihen übereinander.

An der den Heizungen gegenüberliegenden Seite der Destillirkessel liegt in der halben Höhe derselben ein 8 zölliges = 20 Cm. Rohr, welches von jedem Kessel zwei Verzweigungen hat, wie aus Fig. 104 ersichtlich. Von diesen Verzweigungen führt die erste aus dem 20 Cm. starken Rohre in das Innere des Kessels und zwar bis fast auf den Boden desselben, die zweite aber aus dem Kessel und zwar von der Niveauhöhe des Kesselinhaltes in das Rohr zurück. Zwischen beiden Verzweigungen, die durch T-Stücke *a* bewerkstelligt

sind, befindet sich das Ventil *c*. Auf diesem Hauptrohre mit zwei Verzweigungen und drei Ventilen *b c d* vor jedem Kessel der ganzen Reihe beruht die ganze Einrichtung, welche es ermöglicht, ununterbrochen destilliren zu können.

Soll der Apparat in Betrieb gesetzt werden, so werden alle Kessel mit **Naphta (im Bakudistricte die Bezeichnung für rohes Erdöl)** bis zur Höhe der in der Mitte des Kessels befindlichen Ueberflussrohre — Fig. 104 — gefüllt, was mittelst des Naphtastandglases — Fig. 103 — mit Leichtigkeit zu erkennen ist und später die Kessel angeheizt. Wenn in denselben die Temperatur bis auf circa 120° C. gestiegen und die Destillation

Fig. 103.



Kesselreihe.

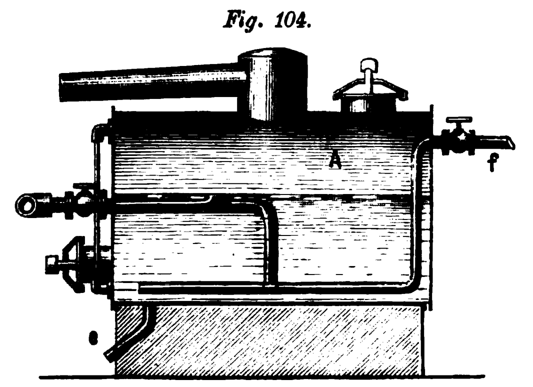
Nobel'scher continuirlicher

A Destillirkessel. *a* Verbindungs-T-Stücke.

in Gang gekommen ist, werden die an jedem Kessel befindlichen Ventile *f* — Fig. 103 — um 1—2 Umdrehungen geöffnet und auf diese Weise gelangt bis auf 150° C. erhitzter Wasserdampf in die kochende Naphta. Der Dampf tritt aus vielen kleinen Oeffnungen in dem auf dem Boden des Kessels liegenden, in mehreren Windungen hin und her laufenden Dampfrohre. (Dass das Hinzulassen des überhitzten Dampfes mit der nöthigen Vorsicht geschehen und die Einrichtung des Dampfrohres derart sein muss, dass kein Condensationswasser dem Dampfe vorausgehen kann, bedarf wohl keiner besonderen Erwähnung.) Der Destillationsgang wird nach Eintritt des überhitzten Wasser-

dampfes sehr lebhaft und dann ist es an der Zeit, den ununterbrochenen Zufluss der Naphta von Kessel No. 1 aus zu öffnen. Nachdem die Ueberzeugung gewonnen ist, dass sämmtliche Ventile *c* geschlossen sind, werden, am besten bei No. 14 beginnend, die Ventile *b* und *d* vor allen Kesseln geöffnet. Sobald das Ventil *b* am Kessel No. 1 geöffnet ist, beginnt der Zufluss der vorgewärmten Naphta aus den Vorwärmern und der Strom ergiesst sich durch *b* in den ersten Kessel, tritt nach Anfüllen desselben durch *d* aus dem ersten in den zweiten und so weiter, bis alle 14 Kessel bis zum bestimmten Niveau gefüllt sind und aus *d* des letzten Kessels durch das Rohr austritt.

Fig. 104.



Kesseldurchschnitt.

Petroleum-Destillationsapparat.
b, c, d, f, Ventile. *e* Entleerungsrohr.

Da, wie oben gesagt, vor dem Oeffnen des Naphtazuflusses die Destillation schon im Gange sein muss, kann natürlich das Niveau der in den Kesseln befindlichen Naphta nicht mehr in gleicher Höhe mit den Ueberflussröhren sein, denn es bedarf einer ganz beträchtlichen Zeit, bis mit Beobachtung aller Vorsichtsmaassregeln alle Ventile geöffnet sind und es vergehen oft zwei Stunden, auch mehr, bis der Strom der Naphta in völlig geregeltem Gange ist. Aus diesem Grunde ist es vortheilhaft, bis zur Beendigung der Zuflussregulirung den Gang der Destillation in den letzten Kesseln zu verringern, um zu grosse Niveauunterschiede zu vermeiden.

Das anfänglich gleiche specifische Gewicht des Destillates aus den einzelnen Kesseln wird bald nach Oeffnen des Naphtazuflusses ein ungleiches und zwar stufenweise schwereres, je näher der betreffende Kessel dem Ende der Reihe ist.

Aus No. 1 und 2 wird der Destillationsgang immer schwächer, bis er zuletzt durch Abkühlung des Kessels durch die auf 50—60° C. vorgewärmte zufliessende Naphta ganz aufhört, wobei natürlich nicht versäumt werden darf, den überhitzten Dampf abzusperren, um ein Condensiren desselben zu vermeiden. Gewöhnlich nach 4—5 Stunden ist die Destillation in das nöthige Gleichgewicht gekommen, so dass aus No. 14 Residuen von 0,900—0,905 abfliessen, und die Destillate der einzelnen Kessel folgendes constant bleibendes specifisches Gewicht zeigen:

		spec. Gew.			spec. Gew.
Kessel No. 1	kein Destillat		Kessel No. 3	Destill.	= 0,750
„ „ 2	kein Destillat		„ „ 4	„	= 0,755
„ „ 5	Destill.	= 0,760	„ „ 10	„	= 0,810
„ „ 6	„	= 0,770	„ „ 11	„	= 0,820
„ „ 7	„	= 0,780	„ „ 12	„	= 0,830
„ „ 8	„	= 0,790	„ „ 13	„	= 0,840
„ „ 9	„	= 0,800	„ „ 14	„	= 0,850

Die ununterbrochene Destillation ist darauf begründet, dass eine kochende Flüssigkeit in circulirender Bewegung begriffen ist und zwar in der Richtung vom Boden des Kessels nach der Oberfläche des Kesselinhaltes hin.

Da nun das Zuflussrohr für die Naphta eines jeden Kessels über dem Boden desselben mündet, so wird die zugeführte Naphta von diesem Strome ergriffen und an die Oberfläche geführt, dort giebt sie einen Theil ihrer Dämpfe ab und derartig schwerer gewordene Naphtatheile gelangen durch das an der Oberfläche der kochenden Naphta befindliche Abflussrohr in den Nachbarkessel. Hier geben sie wieder jetzt schwerere Dämpfe ab und passiren auf diese Weise die ganze Kesselreihe, um in dem letzten sich der schwersten für die Bildung des Kerosins = Brennpetroleum noch tauglichen Dämpfe zu entledigen und aus demselben als Residuen abzufliessen.

Die Betriebdauer einer solchen ununterbrochenen destillirenden Kesselbatterie ist unbegrenzt. Ein schadhaft gewordener Kessel kann mit Leichtigkeit ausgeschlossen und wieder eingeschaltet werden, ohne den Betrieb zu stören. Um einen Kessel auszuschliessen, verlöscht man das Feuer unter demselben und sperrt den Dampf ab, dann öffnet man das Ventil *c* und schliesst die beiden Ventile *b* und *d*, wobei der Naphtastrom an dem betreffenden Kessel vorbeifliesst und derselbe nach Abkühlung und Entleerung durch das Rohr *e* — Fig. 104 — in Reparatur genommen werden kann.

Möglicher Weise eintretende Schwankungen im Gleichgewichte der Destillate müssen durch Vermehrung oder Verminderung des Naphtazuflusses oder der Heizung regulirt werden. Die Fabrik der Gebrüder Nobel besitzt 3 solcher ununterbrochen destillirender Kesselreihen für Kerosen und eine für Schmieröl.

Der Ingenieur O. Lenz in Baku hat einen andern Apparat construirt, welcher jedoch nur als eine Modification des Nobelschen zu betrachten ist, da er auf demselben Princip beruht und nur die einzelnen Kessel durch einen einzigen mit verschiedenen Scheidewänden vertauscht hat. Der Apparat wird wohl aber niemals in Thätigkeit gesetzt werden, da die Direction der Nobel'schen Gesellschaft das Project käuflich erworben hat.

Ein auf ganz andern Principien begründeter, continuirlich wirkender Destillationsapparat ist der von Rossmässler, welcher in den Figuren 105—107 zur Anschauung gebracht ist.

Der ganze Apparat besteht aus vier Hauptheilen: dem Vordestillirer, dem Dampfüberhitzer, dem Zerstäubungs-(Pulverisations-)Destillirer und dem Kühlersystem.

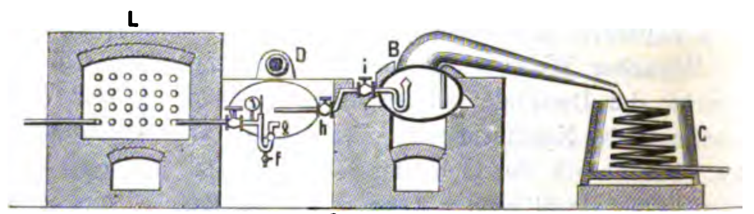
Die Wirkung desselben ist der Art, dass die in dem Vordestillirer von den leichtesten Producten befreite Naphta in dem Maasse, in welchem sie in den Zerstäubungs-Destillirer tritt, sofort in Dampfform verwandelt wird, d. h. bis zu der Grenze der schwersten, für die Bildung des Kerosins tauglichen Theile, und dass die verschiedenen Producte in dem Kühler-

system, in welchem zum Theil Wasser-, zum Theil Luftkühlung angewendet wird, fractionirt werden.

Der Apparat besteht aus folgenden Theilen, einem:

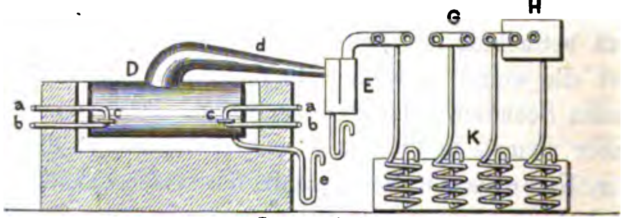
1. eisernen, mit Dampf zu heizenden, verschlossenen und mit Gasabzügen versehenen Vorwärmer *A*;
2. liegenden Destillirkessel *B* von elliptischer Durchschnittsform, zu betreiben mit Dampf und directer Heizung. Dient

Fig. 105.



Querschnitt.

Fig. 106.



Längsschnitt.

Rossmässler's continuirlicher

A Vorwärmer. *B* Destillirkessel. *C*, *F* Wasserkühler. *D* Zerstäubungs- *L* Dampfüberhitzer. *M* Schornstein. *a* Naphtaröhren. *e* Abflussrohr. *f* Hähne.

zum Abtreiben der leichtesten vom Kerosin zu trennenden Kohlenwasserstoffe;

3. gewöhnlichen Wasserkühler *C*.
4. Zerstäubungs-Verdampfer *D*, geheizt von den Feuergasen des Vordestillirers. In diesem kesselförmigen Apparate wird die Naphta mittels bis zu 280° C. überhitztem Dampf zerstäubt und verdampft.
5. Separator *E* dient zur Abscheidung von nicht verdampften, sondern mechanisch mit fortgerissenen Naphtatheilchen.

6. Wasserkühler *F* nach Art der Liebig'schen Kühler.
7. Luftkühler *G*, röhrenförmig.
8. Luftkühler *H*, kastenförmig auf senkrechten Scheide-

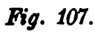
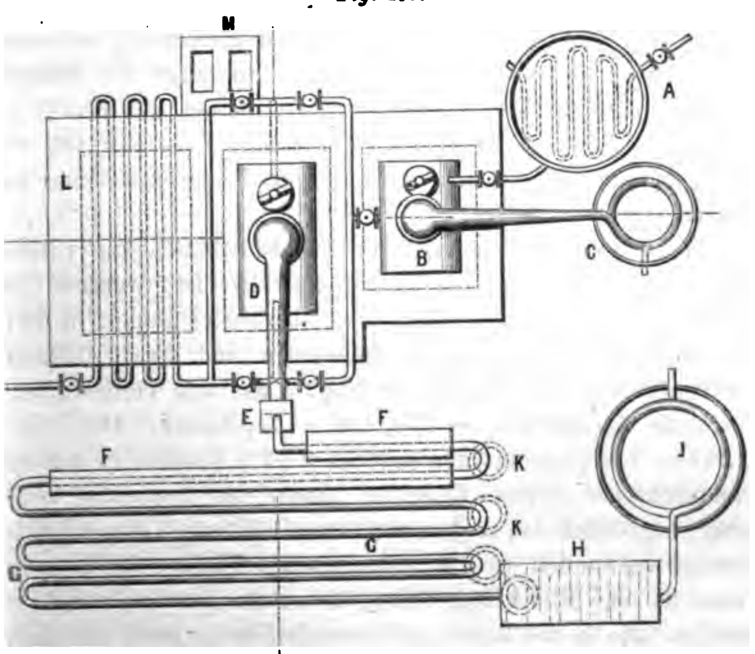


Fig. 107.



Grundriss.

Petroleum-Destillationsapparat.

Verdampfer. *E* Separator. *G*, *H* Luftkühler. *J*, *K* Wasserkühler.
b Dampfröhren. *c* Zerstäuber. *d* Abdampfhahn.
g Ventile. *h*, *i* Naphtaventile.

wänden, welche die Dämpfe zwingen, einen langen Weg zurückzulegen.

9. Gewöhnliche Wasserkühler *J*.
10. Kleine Wasserkühler *K*, welche den Zweck haben, die in den Kühlern *G* und *H* condensirten Producte abzukühlen.
11. Dampfüberhitzer *L*. 12. Schornstein *M*.

Die Handhabung des Apparates ist äusserst einfach und leicht zu reguliren; die einzige gute Uebung erfordernde

Arbeit ist die gleichmässige und richtige Ueberhitzung des Dampfes.

Um diesen Apparat in Gang zu setzen, ist auf folgende Weise zu verfahren:

Nachdem der Vordestillirer bis zu einer markirten Höhe gefüllt ist, wird derselbe angeheizt und gleichzeitig mit der Ueberhitzung des Dampfes begonnen. So lange der Dampf noch nicht die nöthige Temperatur hat, bleiben die Ventile *g* — Fig. 105 — geschlossen und die Hähne *f* — Fig. 105 — offen, um aus denselben den Dampf ins Freie entweichen zu lassen.

Wenn in dem Vordestillirer die Destillation im vollen Gange und der Dampf bis 280° C. überhitzt ist, werden die Dampfventile *g* geöffnet, einige Zeit überhitzter Dampf in den Zerstäubungs-Verdampfer *D* eingelassen und durch Oeffnen der Ventile *h* u. *i* — Fig. 105 — Naphta aus dem Vordestillirer durch die Zerstäuber *c* — Fig. 106 — zugelassen. Die Zerstäuber bestehen aus den unteren 2—2½ Centimeter weiten Dampfröhren *b*, deren Ende im Innern des Apparates keilförmig zugedrückt ist, so dass die runde Oeffnung in eine schnittförmige verwandelt ist. Auf der oberen Fläche des kleinen Conus ist eine Rinne aufgelöthet, in welche das Naphtarohr *a* mündet. Die in die Rinne ausfliessende Naphta wird von dem Dampfstrom zerstäubt und gleichzeitig verdampft, so weit dies bei der obwaltenden Temperatur von 280° C. möglich ist. Zur Controle des Druckes und der Temperatur des Dampfes dienen Manometer und Thermometer.

Das Gemisch von verdampfter Naphta und Wasserdampf füllt den Kessel an, entweicht durch den Hahn *d* und Separator *E* und gelangt in die Kühler *G* und *H*; während die nicht verdampften Theile in dem Apparate zu Boden fallen und durch *e* — Fig. 106 — abfliessen. Ausserhalb des Destillationsraumes ist das Ende dieses Abzugsrohres mit einem Kühler verbunden, um die heissen Residuen bis wenigstens auf 70° C. abzukühlen, ehe sie in das dazu bestimmte Bassin fliessen. Werden die fortwährend abfliessenden Residuen nicht gekühlt, so entzünden sie sich selbst bei ihrem Austritt aus dem Rohr.

Die Condensation der Destillate geht stufenweise vor sich so dass in den Kühlern *F*, *G*, *H* — Fig. 107 — sich die schwereren Oele ohne Wasser, die leichteren mit dem Condensationswasser erst in dem grossen Wasserkühler abscheiden werden.

Wenn der Zufluss der rohen Naphta aus dem Vorwärmer in den Vordestillirer und von da durch die Zerstäuber im richtigen Gleichgewichte erhalten wird und in der Ueberhitzung des Dampfes keine Schwankungen vorkommen, so lässt sich eine sehr schöne Waare aus Benzin und Kerosin erhalten.

Für den Fall eingetretener Störungen im Gange des Apparates kann derselbe sofort ausser Thätigkeit gesetzt werden, wenn die Naphtaventile *h* und *i* und das Dampfventil *g* — Fig. 105 — geschlossen und durch Oeffnen des Hahnes *f* dem Dampf der Austritt in das Freie gestattet wird.

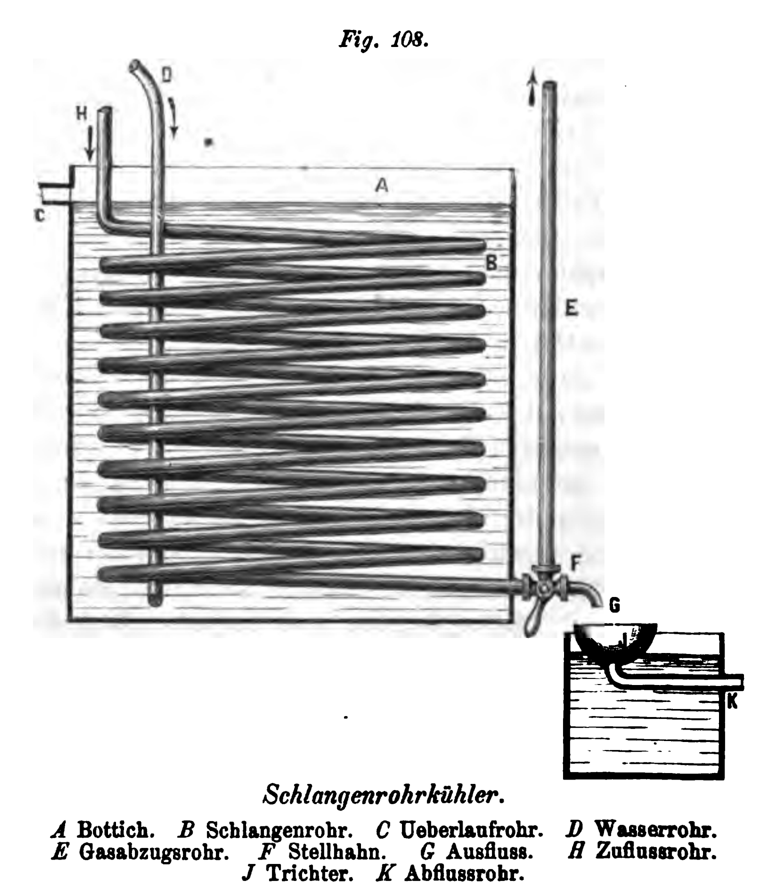
Um sich zu überzeugen, ob die Wirkung des Apparates eine richtige ist, d. h. ob nicht für Kerosin noch verwerthbare Theile unverdampft bleiben, oder aber ob zu schwere Bestandtheile mitdestilliren, werden in bestimmten Zeitabschnitten Proben der abfliessenden Residuen genommen und das specifische Gewicht derselben bestimmt, welches nicht leichter als 0,900 und nicht schwerer als 0,905 sein darf. Ueberschreitungen dieser Grenzen sind entweder durch Verminderung oder Vermehrung des Naphtazuflusses oder durch Schwächung oder Verstärkung des Dampfdruckes zu regeln.

Kühlapparate. Ausser der bereits beim Nobel'schen Apparate angeführten graden Röhrenkühlung — Seite 549 —, welche nur selten in Gebrauch ist, werden für gewöhnliche Destillirblasen — Fig. 92, Seite 540 —, den Walzenkessel — Fig. 94, Seite 542 — und dem Dosenkessel — Cheese box still — Fig. 96, Seite 544 —, **Schlangenrohrkühler** — Fig. 108 —, wie sie auch für andere Destillationszwecke in Gebrauch sind, angewendet.

Die Grösse des Kühlers richtet sich nach dem Destillationsapparate. Die grössten Schlangenrohrkühler bestehen aus einem 6 Meter hohen, oben offenen Bottich *A* aus starkem Eisenblech,

welcher einen Durchmesser von 10 Meter hat; dieser Bottich ist mit Wasser gefüllt und zur Erneuerung des Wassers, resp. zum geregelten Zufluss von kaltem Wasser und Abfluss des erwärmten Wassers, wird durch das Rohr *D*, welches fast bis auf den Boden des Bottichs reicht, Wasser eingelassen und

Fig. 108.



Schlangenrohrkühler.

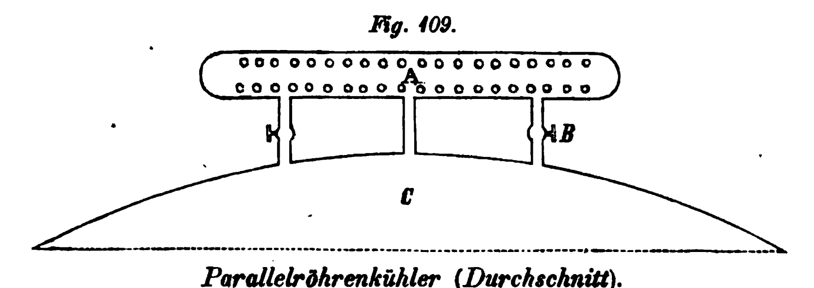
A Bottich. *B* Schlangenrohr. *C* Ueberlaufrohr. *D* Wasserrohr.
E Gasabzugsrohr. *F* Stellhahn. *G* Ausfluss. *H* Zuflussrohr.
J Trichter. *K* Abflussrohr.

oben bei *C* fliesst das warme Wasser ab. Die Kühlschlange, welche sich schraubenförmig nach abwärts windet, hat zuweilen oben einen grösseren Durchmesser, um bequemer mit dem Destillationsapparat verbunden werden zu können und ist nach unten das Rohr allmählich verjüngt; so beträgt der obere Durchmesser des Schlangenrohres zum Dosenkessel 60 Cm. und

ist beim seitlichen Austritte des Kühlrohres nahe über dem Boden bis auf 10 Cm. reducirt. Die Gesammtlänge eines Condensationsrohres zum Dosenkessel — Fig. 96 — beträgt 245 M. oder 800 Fuss. Das Kühlrohr hat bei seinem Eintritte in das Wasser ein senkrecht nach oben gehendes, kurzes Rohr angesetzt, welches mit einem Sicherheitsventile geschlossen ist.

Der **Parallelröhrenkühler** — Fig. 109 — findet zuweilen Anwendung bei den Dosenkesseln und ist dann die Einrichtung derart, dass aus der Destillationshaube *C* drei Röhren, von denen zwei mit Hähnen zu verschliessen sind, in einen Condensationsraum mit 40 Kühlröhren, jede circa 8 Cm. Durchmesser führen, welche in ein gemeinsames Abflussrohr auslaufen, oder die weiter unten angeführte Einrichtung haben.

Fig. 109.



Parallelröhrenkühler (*Durchschnitt*).

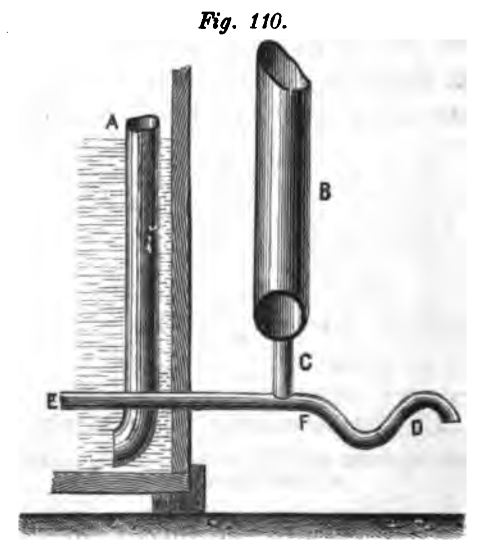
A Condensationsraum mit Kühlröhren. *B* Dampfabzugsröhren.
C Destillationskessel.

Gewöhnlich aber wird der Parallelröhrenkühler beim Waggonkessel angewendet und werden die aus dem Kessel entweichenden Dämpfe und Gase durch 6—7 Cm. weite Röhren abgeführt, letztere nach abwärts zu dem auf dem Erdboden gestellten Kühlkasten geleitet, welcher einen nach rückwärts wenig geneigten Boden besitzt; auf diesen sind die Kühlröhren ebenfalls mit kleinem Gefälle und in geringer Entfernung parallel nebeneinander gelegt; der Durchmesser der Röhren verjüngt sich allmählich und ist beim Austritt aus dem Kühlgefässe 4 Cm.

Für je 2 Stills à 35 Gasröhren — Fig. 95 *C* — ist ein Kühlkasten genügend, welcher eine Länge von 75 M., eine Breite von 6 M. und eine Höhe von 2,5 M. hat. Der Kühlkasten ist gezimmert, oben offen, wird nahezu ganz mit kaltem Wasser gefüllt,

welches unten zu und oben abfliesst; die Wasserströmung ist in entgegengesetzter Richtung der Strömung der Destillationsdämpfe und Gase in dem Kühlrohre. Die in den letzteren condensirten Kohlenwasserstoffe fliessen vermöge des Gefälles nach rückwärts ab, doch entweichen, insbesondere im Anfange des Destillationsprocesses, Gase, welche mit Luft gemengt eine leicht explosive Mischung geben. Nachdem dadurch mehrmals Unglücksfälle vorgekommen sind, war man bemüht, die Gase höher oben in der Luft ausströmen zu lassen, so dass die Ge-

Fig. 110.



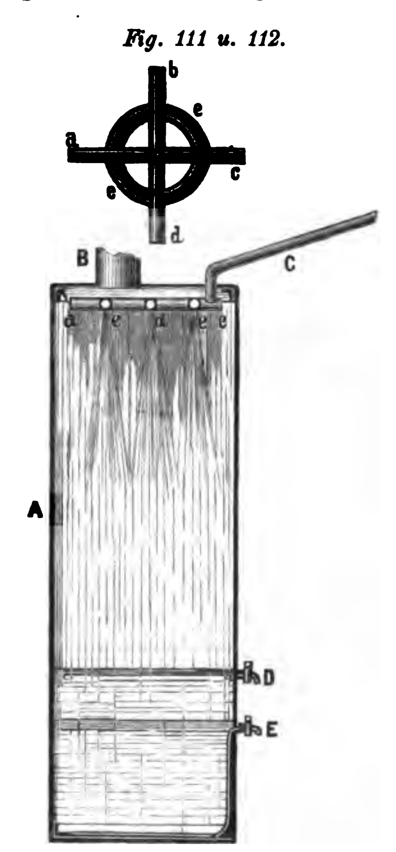
Rohrverschluss beim Parallelröhrenkühler.
A Kühlrohr. *B*, *C* Gasabzugsrohre. *D*, *F* U-Stück. *E* Abflussrohr.

fahr einer etwaigen Entzündung soviel wie möglich vermieden wird. Zu diesem Behufe sind die rückwärts aus dem Kühlkasten tretenden Röhren *E* in Wellen- oder U-Form wie in Fig. 110 gebogen, so dass das Endstück *F*—*D* stets mit Kohlenwasserstoffen gefüllt bleibt und den Luftzutritt absperrt. Bevor jedoch die Wellenhöhe beginnt, führt von jedem Kühlrohre ein kurzes 4 Cm. langes Röhrchen *C* nach aufwärts zu einem horizontal liegenden gemeinsamen Rohr *B*, auf welches 11 leichte Blechröhren von 15 Cm. Durchmesser und circa 6 Meter Höhe gestellt sind, durch diese können die nicht condensirten Gase

nach oben entweichen. Die aus den wellenförmigen Enden herausfliessenden Destillationsproducte träufeln in eine Rinne und werden von da ab in Röhren weiter geleitet. (Vergleiche No. 4 dieses Kapitels: „Trennung der leichten Erdölproducte.")

Endlich ist noch der **Regenkühler** — Fig. 111 u. 112 — zu erwähnen, bei welchem die Kosten für die lange Kühlröhrenleitung erspart werden; derselbe ist nach einer längst bekannten Idee ausgeführt und hat nebenstehende Einrichtung.

Fig. 111 u. 112.



Regenkühler.

A Kühlgefäss. *B* Gasrohr vom Still. *C* Rohr. *D*, *E* Hähne. *a*, *b*, *c* *d* Arme. *e* Kreisrohr.

An der Decke eines aufrecht stehenden 6—7,5 Meter hohen Eisencylinders *A* von 2 Meter Durchmesser endet das Gasrohr *B* vom Still kommend, daneben tritt auch das Rohr *C* mit kaltem Wasser ein, welches sich nahe der Decke in 4 Arme *a*, *b*, *c*, *d*, die in ihrer halben Länge durch ein Kreisrohr *e* verbunden sind, theilt. Aus diesem Röhrensysteme spritzt das kalte Wasser aus sehr vielen 1—2 Mm. grossen Löchern in Regenform herab und condensirt die Kohlenwasserstoffe, welche sich unten über dem Wasser ansammeln; sowohl dieses wie jene fliessen durch je einen Hahn *D E* ab. Das kalte Wasser gelangt in den Regenkühler aus hoch gelegenen Reservoirs; eine directe Zufuhr desselben von der Druckpumpe weg, hat man aus mehrfachen Gründen, unter welchen die grössere Feuergefährlichkeit obenan genannt werden muss, verworfen.

Findet bei der ersten Destillation des Rohöles gleich eine Trennung in die verschiedensten Producte statt, so werden die ersten sehr flüchtigen Producte der Destillation nicht bei gewöhnlicher Temperatur, sondern durch künstliche Kälte oder um die Schlange gelegtes Eis verdichtet, so beim Rhigolen oder die Dämpfe werden mittelst einer Luftpumpe in einen starken Behälter gepresst, wie beim Cymogen — Seite 99 —; andererseits muss während der letzten Hälfte der Destillation, wenn sehr paraffinhaltige Oele übergehen, das Kühlwasser, um Verstopfungen der Kühlröhren zu vermeiden, auf circa 40° C. gebracht werden.

Gang der Destillation. Die Destillationsgefässe werden circa zu drei Viertel ihrer Höhe gefüllt, in einigen Raffinerien fast ganz. Die Retorten etc. werden dann entweder dem freien Feuer ausgesetzt oder besser gegen einen unmittelbaren Angriff mittelst eines leichten Gewölbes aus feuerfesten Steinen als Mantel geschützt, der auch eine weit gleichförmigere Wirkung der Hitze möglich macht. Bei einzelnen der oben erwähnten Destillationsgefässen ist auch die Einmauerung angegeben. Sind nun die Destillationsapparate mit den Kühlschlangen und Kühlfässern, welche ersteren hinreichend lang und mindestens einen Durchmesser von 5 Cm. haben müssen, in Verbindung gebracht, so wird mit der Feuerung begonnen. Das Feuer muss in der ersten Periode, überhaupt während der ganzen Operation sehr vorsichtig gehandhabt werden, um die einzelnen Destillationsproducte möglichst getrennt zu erhalten. Die Destillationen gehen allgemein sehr ruhig von Statten, Störungen treten bei directer Feuerung nur ein, wenn die Naphta wasserhaltig ist, das Wasser sich am Kesselboden gesammelt hat und durch die Erhitzung in Dampf verwandelt wird, welcher die ganze Oelschicht durchdringen muss, und dadurch ein Schäumen der Naphta verursacht; gleichzeitig ist ein dumpfes, klopfendes und polterndes Geräusch im Kessel, wenn die Dampfblasen sich vom Boden des Kessels loslösen, zu hören. Ist die Wassermenge grösser, so findet auch ein Stossen statt, dass die Naphta

selbst in den Helm, die Abzugsröhren und Kühler getrieben wird. Diese Wasserübelstände zeigen sich namentlich bei der noch zeitweise beliebten Art der Anheizung, nachdem der Kessel entsprechend gefüllt ist, unter demselben anfangs ein lebhaftes Feuer zu unterhalten, bis der Helm des Kessels heiss geworden ist; erst dann beginnt man das Feuer zu mindern und so zu erhalten, dass nur ein gleichmässiges dumpfes Geräusch im Kessel wahrzunehmen ist.

Anfänglich tritt das Destillat am Abflussrohr des Kühlers nur tropfenweise auf, bald fallen die Tropfen schneller bis sich ein kleiner Strahl bildet, der immer stärker und stärker wird. In der Beobachtung der Ausflussmenge ist ein gutes Mittel gegeben, die Stärke oder Schwäche des Feuers zu bemessen.

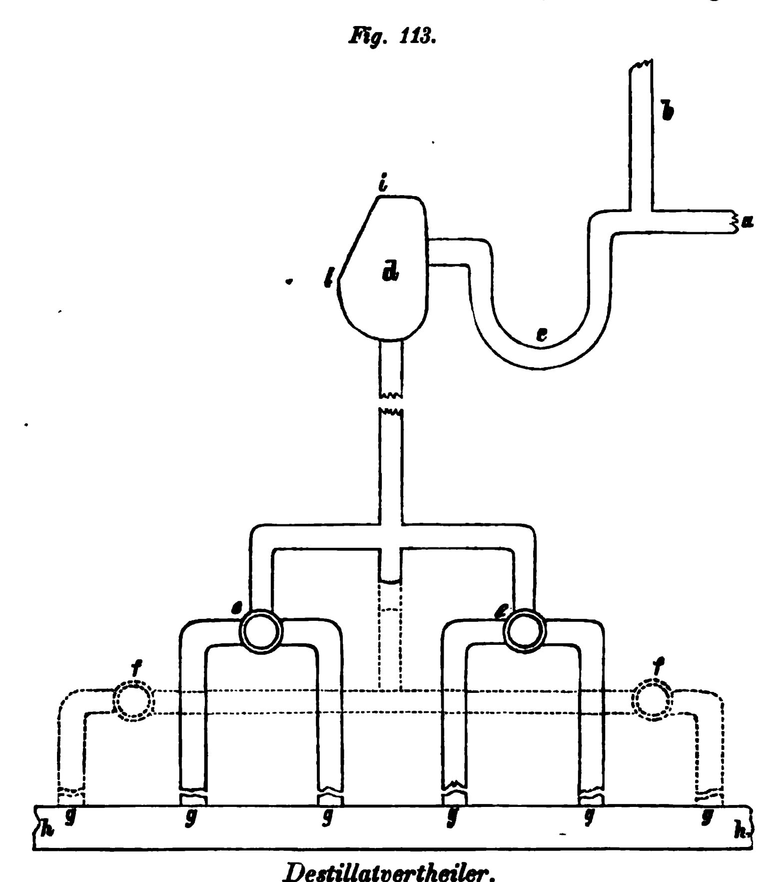
Für gewöhnlich misst ein Aufseher von Zeit zu Zeit die Dichte des dem Kühlrohre entfliessenden Productes mittelst des Aräometers und erkennt durch eine zu grosse oder zu geringe Differenz die Unregelmässigkeiten in der Feuerung, die selbstverständlich sofort gehoben werden müssen. Gleichzeitig muss auf eine regelmässige Kühlung gesehen werden, dass das abfliessende warme Wasser im richtigen Verhältnisse zum zufliessenden kalten Wasser stehe, auch dürfen niemals mit dem Destillate noch Dämpfe aus dem Kühler kommen. In diesen Dichtebestimmungen wird ferner der sicherste Anhalt zur Beurtheilung des Stadiums erzielt, in welchem sich momentan die Destillation befindet und wie die betreffenden Theile des Destillates beschaffen sind. Hat die Dichte eine bestimmte Anzahl Grade Beaumé — Seite 87 und Seite 569 — erreicht, so wird das nun abfliessende Product in ein anderes Aufnahmegefäss geleitet.

Sehr vortheilhaft ist namentlich die beim Dosenkessel — Cheese box still — zur Anwendung kommende Abflusseinrichtung mit Destillatvertheiler, wie dieselbe als Skizze in Fig. 113 dargestellt ist.

Von dem Condensator geht ein 5 Cm. starkes Rohr *a* ab, welches vor seiner U-förmigen Biegung *c* nach oben noch ein Abzugsrohr *b* für die nicht condensirten Gase hat. Durch die U-förmige Biegung können die Gase nicht entweichen, müssen

also bei *b* ihren Ausweg suchen — Seite 562 — und werden in einen Ofen geleitet und verbrannt. An *c* schliesst sich die schmiedeeiserne Büchse *d*, welche mit einer Glasscheibe *i i* versehen ist und zum Oeffnen und Verschliessen dient, um den Gang der

Fig. 113.



Destillatvertheiler.

a Rohr vom Condensator. *b* Gasabzugsrohr. *c* U-förmiges Rohr. *d* Büchse mit Glasscheibe. *e e* Dreiweghähne. *f* einfache Hähne. *g* Ausflussöffnung. *h* Ablassrohr.

Destillation zu beobachten und um Proben für die Untersuchung zu entnehmen. An der Büchse *d* sitzt noch ein kurzes Rohr und bildet den Uebergang in das verzweigte Rohrsystem, wie aus der Zeichnung ersichtlich, und durch welches die Destillate nach den 6 Oeffnungen mittelst der 3 Weghähne *e e* und der

gewöhnlichen Verschlusshähne *f f* geleitet werden können. Die Röhre *h* führt zu den Vorrathsbehältern für die Destillate.

Der ungefähre Verlauf der Destillation, wie er gewöhnlich in Pennsylvanien geleitet wird, ergiebt sich aus nachstehender Tabelle:

Beginn der Destillation	Temperaturgrad Fahrenheit an der Oberfläche des Destillationsinhaltes	Temperaturgrad Fahrenheit nahe dem Boden des Destillationsinhaltes
Dichte des Destillates nach Grad Beaumé.	73,9° F.	73,9° F.
80° B.	76,7° „	93,3° „
75° „	98,9° „	108,9° „
70° „	115,5° „	132,2° „
65° „	126,7° „	143,3° „
60° „	148,9° „	173,9° „
55° „	185,0° „	185,0° „
50° „	218,3° „	204,4° „
45° „	301,7° „	315,5° „
40° „	313,3° „	360,0° „
40° „	—	368,3° „
41° „	323,9° „	—
43,5° „	—	378,9° „
44° „	310,0° „	—
47° „	321,1° „	—
50° „	378,8° „	382,2° „
43° „	—	393,3° „
45° „	—	398,9° „

X° Fahrenheit = (X — 32) . $^5/_9$° Celsius.
X° „ = (X — 32) . $^4/_9$° Réaumur.

Cymogen und **Rhigolen**, welches letztere eine specifische Schwere von 90—80° B. — Seite 569 — hat, sind nicht in dieser Tabelle berücksichtigt.

Das erste Product, welches aufgefangen wird — Seite 564 — und eine Dichte von 80—60° B. zeigt, ist die „**C**"-**Naphta**, entsprechend dem **Petroleumäther** oder **Kerosolen**, das zweite Product, die „**B**"-**Naphta** = dem **Gasolin** oder **Canadol**, hat eine Dichte von 68—64° B. und das dritte leichte Product, die

„A“-**Naphta**, welche eine Dichte von 64—60° B. hat und das **Benzin, Ligroin** und **Putzöl** umfasst.

Für gewöhnlich bringen die Raffinerien die ersten beiden Destillationsproducte, also „C“- und „B“-Naphta, gemischt in den Handel und so findet erst bei 65° B. die erste Hahnstellung — Fig. 113 — und bei 61° B. die zweite Hahnstellung für den Abfluss des **Brennpetroleum, Petroleum, Photogen** oder **Kerosen** statt. Die „A“-Naphta, welche innerhalb dieser beiden fällt, wird thatsächlich vielfach von Oelbrunnenbesitzern gekauft und missbräuchlich und in betrügerischer Absicht in die Bohrlöcher gegossen, um sie im rohen Oele zu höheren Preisen zu verwerthen.

Nachdem der Petroleumabflusshahn geöffnet, wird die Destillation geleitet, bis der Abfluss 42° B. zeigt, wobei dann der Kessel schon mehr als die Hälfte entleert ist; es wird die Feuerung gemindert, dass aus dem Rückstande noch möglichst viel Brennpetroleum von 50—47° B. übergeht, und ein gelindes Feuer so lange erhalten, bis die Menge des abträufelnden Productes zu gering ist und die Fortsetzung des Processes nicht mehr lohnt. Würde die erste Feuerung fortgesetzt, so würden aus dem Rückstande zu viel schwere Kohlenwasserstoffe, z. B. Paraffinöl u. s. w. übergehen, welche die Eigenschaften des Kerosen beeinträchtigen, also wegen der zu grossen Menge beigemischten schweren Oeles zu geringe Brennbarkeit und Leuchtkraft zeigen, wie umgekehrt ein zu grosser Naphtagehalt es zu leicht entzündlich und feuergefährlich macht.

Der dann im Kessel verbleibende Rückstand wird in den seltensten Fällen direct weiter destillirt, sondern es wird das Feuer gelöscht, die Thüren an dem Mantel des Apparates werden zur rascheren Abkühlung des Destillationsrückstandes geöffnet und der Rückstand, **Residuum**, **Theer**, durch die Mannlöcher ausgeräumt, um bis zur weiteren Verarbeitung — Abschnitt 5 dieses Kap. — in Reservoiren — Residue tanks — aufbewahrt zu werden.

Für gewöhnlich können in einer Woche in einem 1500 Barrel fassenden Kessel zwei Destillationen vorgenommen werden, die Arbeit geht dann bei Tag und Nacht und werden die Fabrikräume mit elektrischem Lichte erleuchtet.

In einzelnen Fabriken wird der Gang der Destillationen nicht durch die Schwankungen im specifischen Gewichte der Destillate beobachtet, sondern es wird der Gang und das Abfangen der Destillate nach den verschiedenen Siedepunkten des Rohöles im Kessel oder der Temperaturen der entweichenden Dämpfe regulirt und sind deshalb an den grossen Kesseln der amerikanischen Raffinerien zwei Thermometer angebracht, das eine oben, das andere nahe am Boden des Kessels, so dass leicht die Temperatur des kochenden Erdöles am Boden und oben abzulesen ist, zuweilen ist auch noch ein Thermometer in den Abzugsröhren angebracht. Den in dem Destillirkessel vorhandenen Siedepunkten entsprechen auch die specifischen Dichten nach Beaumé, welche bereits auf vorhergehender Seite 567 angegeben sind.

Zur Berechnung der den Beaumé-Graden entsprechenden Gewichte bei 15,5° C. = 60° F. und umgekehrt dienen nachstehende Formeln:

$$\frac{140}{\text{spec. Gew.}} - 130 = \text{B.}^{\circ}; \quad \frac{140}{130 + \text{B.}^{\circ}} = \text{spec. Gew.}$$

Um Rechnen zu vermeiden, möge noch die auf Seite 87 befindliche Tabelle der Grade der Beaumé'schen Scala durch eine Tabelle für die in Nordamerika giltige Normaltemperatur von 60° F. ergänzt werden.

Tabelle der Grade der Beaumé'schen Scala
für Flüssigkeiten leichter als Wasser bei 15,5° C. = 60° F.

Grade	spec. Gew.	Grade	spec. Gew.	Grade	spec. Gew.
10	1,0000	19	0,9395	28	0,8860
11	0,9929	20	0,9333	29	0,8805
12	0,9859	21	0,9271	30	0,8750
13	0,9790	22	0,9210	31	0,8695
14	0,9722	23	0,9150	32	0,8641
15	0,9655	24	0,9090	33	0,8588
16	0,9589	25	0,9032	34	0,8536
17	0,9523	26	0,8974	35	0,8484
18	0,9459	27	0,8917	36	0,8433

Grade	spec. Gew.	Grade	spec. Gew.	Grade	spec. Gew.
37	0,8383	51	0,7734	64	0,7216
38	0,8393	52	0,7692	65	0,7179
39	0,8284	53	0,7650	66	0,7142
40	0,8235	54	0,7608	67	0,7106
41	0,8187	55	0,7567	68	0,7070
42	0,8139	56	0,7526	69	0,7035
43	0,8092	57	0,7486	70	0,7000
44	0,8045	58	0,7446	75	0,6829
45	0,8000	59	0,7407	80	0,6666
46	0,7954	60	0,7368	85	0,6511
47	0,7909	61	0,7326	90	0,6363
48	0,7865	62	0,7290	95	0,6222
49	0,7821	63	0,7253	100	0,6087
50	0,7777				

Von dem mehr oder weniger heftigen Sieden des Oeles hängt die Ausbeute des Rohöles an **Kerosen** den sogenannten **Herztheilen des Rohöles** ab und kann diese auf Kosten der Ausbeute an Benzin und schweren Oelen erhöht werden.

Es ist besonders auffallend, dass bei der Fraction, bei welcher Kerosen destillirt und der Kochprocess durch Schwächung des Feuers verlamgsamt wird, trotz höherer Temperatur des kochenden Oeles, wieder specifisch leichtere Producte übergehen, wie aus der Tabelle Seite 569 ersichtlich, denn bei Oelen, welche an der Oberfläche eine Siedetemperatur von 313,3° F. haben und das Destillat bereits 40° B. = 0,8235 specifisches Gewicht zeigt, so fällt bei 321,3° F. die Dichte wieder auf 47° B. = 0,7909 specifisches Gewicht bei 60° F.

Die Spaltung der Kohlenwasserstoffe, also der Paraffine und Aethylene etc., bei höherer Temperatur in Verbindungen mit höherem und niederem Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalte, als die ursprüngliche Verbindung hatte, ist schon im „chemischen Theile“ ausführlich berücksichtigt und wird dieses Verhalten in den Oeldistricten Nordamerika's vielfach benutzt, um die schweren Oele noch in Brennöle zu verwandeln, welche ja einen höheren Preis erzielen.

Der Process wird unter der Bezeichnung „**Cracking of the oils**", „**Oil cracking**" vorgenommen und handelt es sich dabei nur darum, die Dämpfe der schweren Oele, also wenn alles Kerosen abdestillirt ist, mit den heissen und absichtlich überhitzten Wänden der Destillationsapparate in Berührung zu bringen. Dabei resultiren eine Menge Gase, welche in den Kühlapparaten durch einfache Kühlung sich nicht verdichten lassen, eine bedeutende Leuchtkraft besitzen und daher als Leuchtgas Verwendung finden, oder die Gase werden direct zur Feuerung der Kessel benutzt. Die neben den Gasen sich bildenden flüssigen Kohlenwasserstoffe wie Rhigolen, Benzin etc. müssen durch eine besondere Destillation von dem „**Cracked Oil**" getrennt werden.

Die flüssigen „**Cracking-Producte**" verhalten sich bei der Destillation wie die Rohöle, d. h. sie liefern Naphta, später Leuchtöle — Cracked oil — und es hinterbleiben auch noch schwere Oele, die bei fortgesetzter Destillation einen asphaltartigen Rückstand bilden.

Für gewöhnlich wird der Cracking-Process soweit getrieben, dass circa 15 % der schweren Oele zersetzt werden, in den wenigsten Fällen aber wird die Operation so lange fortgesetzt, dass auch das vorhandene Paraffin gespalten wird.

An Stelle des Ueberhitzens der Destillationskesselwände lässt sich mit grossem Vortheile überhitzter Wasserdampf verwenden — Fig. 100, Seite 548 —.

Im Bakudistricte enthalten die Rohöle bedeutend geringere Mengen leichte Kohlenwasserstoffe, die schon bei 50° C. zu destilliren beginnen und dann ein spec. Gew. = 0,630 zeigen; die eigentliche Destillation beginnt aber erst bei 75° C. und finden im Verlaufe der Destillation aus einer einfachen Destillirblase folgende Temperatur- und specifische Gewichtssteigerungen der Destillate statt — siehe Tabelle auf Seite 572 —.

Zur Kerosengewinnung werden nur die Destillate von 0,770—0,850 genommen; hat das Destillat nahezu letzteres specifisches Gewicht erreicht, so wird mit dem Feuern aufgehört. Die im Kessel vorhandenen Rückstände müssen nun abgelassen werden und werden zu diesem Zwecke in ein mög-

Destillations-temperatur	spec. Gew. 17,5° C.	Destillations-temperatur	spec. Gew. 17,5° C.
75° C.	0,725	175° C.	0,810
90° „	0,737	190° „	0,819
100° „	0,750	200° „	0,826
115° „	0,756	210° „	0,828
125° „	0,767	220° „	0,834
140° „	0,776	230° „	0,843
150° „	0,790	240° „	0,846
160° „	0,800	250° „	0,850

lichst weit von der Fabrik in der Erde befindliches Reservoir geleitet, in welchem sie mit einem kalten Wasserstrahl zusammentreffen. Das Wasser verdampft sofort und schützt die erhitzten Rückstände vor Selbstentzündung.

Da bei dieser Manipulation eine ungeheure Menge Dampf sich bildet, der einen unangenehmen Reiz auf Lungen und Augen ausübt und die ganze Nachbarschaft wie mit dicken Nebeln überzieht, so ist in der Raffinerie der Gebrüder Nobel die Einrichtung getroffen, dass die erhitzten Rückstände erst durch gradrohrige Kühler laufen, in denen sie soweit abgekühlt werden, dass sich keine Dämpfe mehr entwickeln und kommen dann erst in die für sie bestimmten Reservoire; dadurch wird eine Selbstentzündung zur Unmöglichkeit, während nach dem ersteren Verfahren eine solche doch nicht ausgeschlossen ist und darin die häufigen Fabrikbrände in Baku ihren Ursprung haben.

Bei der Beschreibung des Nobel'schen continuirlichen Destillationsapparates — Seite 552 — ist auch bereits der Gang der Destillation erwähnt.

Wie sich von selbst versteht, bedingt die Anwendung von gespanntem Dampf viel ausgedehntere Kühlvorrichtungen als die Destillation ohne directen Dampf.

Die Ausbeute des Rohöles an **Kerosen** beträgt in:

Pennsylvanien, Süddistrict: 60—65%; erste Qualität nur 40%.
„ Norddistrict (Bradforddistrict) 55—60 %.
Canada: 55—60 %.

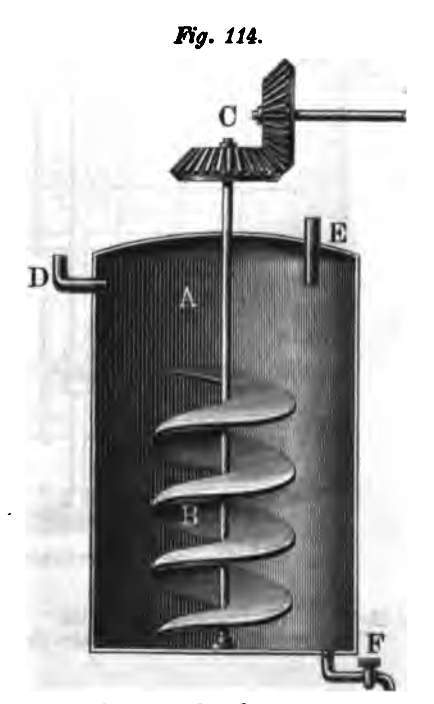
New-York, Ohio, West Virginia: 50—55 %.
Nordwest Deutschland (Hannover): 55—60 %.
Südwest „ (Elsass): 20—25 %.
Galizien, Ost- und West-: 50 %. Rumänien: 35—40 %.
Bakudistrict: 30—40 %. Kubandistrict: 40—45 %.

Der Crackingprocess erhöht die Ausbeute um ca. 15 %.

2. Reinigung des Kerosen.

Das **Kerosen**, also die Herzproducte des rohen Erdöles, welche zwischen 160—250° C. destilliren, muss bevor es als **Brennpetroleum**, **Leuchtöl**, **Photogen**, **Petrosolaröl**, **Kerosin**, **Standardöl**, **Heliosöl**, **Astralöl**, **Oleophin** etc. in den Handel kommt, einer Reinigung — Refining — mit Schwefelsäure seltener Salzsäure, wenn Holzbottiche zur Anwendung kommen und Natronlauge unterworfen werden, erstere Manipulation zu dem Zwecke, bei der Destillation mit übergerissene Farbstoffe etc., Schwefel-Phosphor-Verbindungen der Kohlenwasserstoffe — Seite 187 — und die übelriechenden Bestandtheile des Rohöles zu zerstören, letzere um das Kerosen von sauren Verbindungen, welche im Rohöle enthalten, bei der Destillation mit übergegangen sind, und den sauren Eigenschaften zu befreien, welche es durch die erste Manipulation angenommen hat; zu diesem Zwecke kann auch Ammoniac-

Fig. 114.



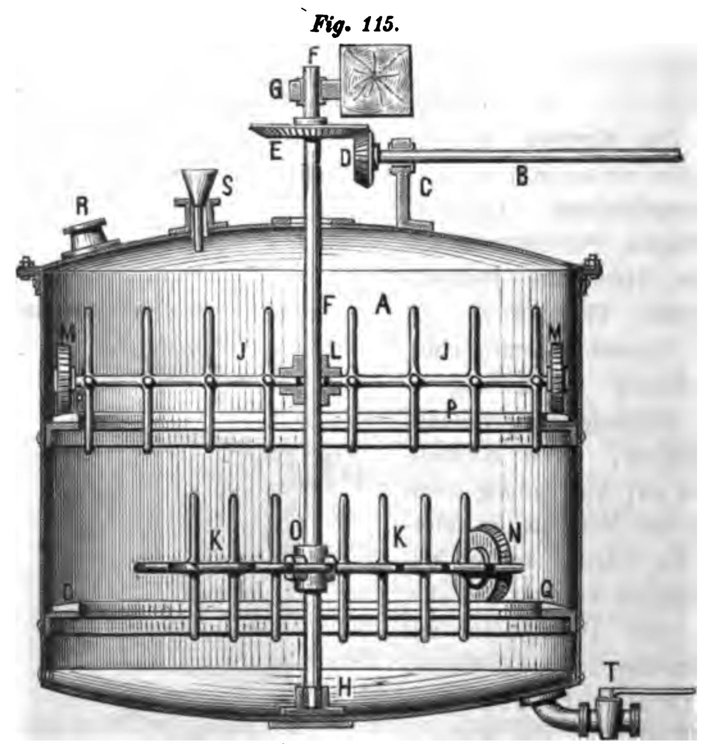
Archimedische Schnecke als Agitator.

A Bottich. *B* Schnecke. *C* Triebwerk. *D* Zuflussrohr. *E* Deckel mit Schwefelsäure- etc. Zufluss. *F* Abflusshahn.

wasser, d. h. eine Lösung von Aetzammoniac in Wasser genommen werden.

Durch Schwefelsäure nicht zerstörte schwefelhaltige Verbindungen werden noch durch Natronlauge zersetzt.

Fig. 115.



Verticalschnitt.

Mischapparat mit

A Bottich. *B* Transmissionswelle. *C* Lager. *D E* konisches Zahnrad. *K* unteres Armsystem. *L* Nabe des oberen Armsystems. *M N* Kugel- *S* Trichter.

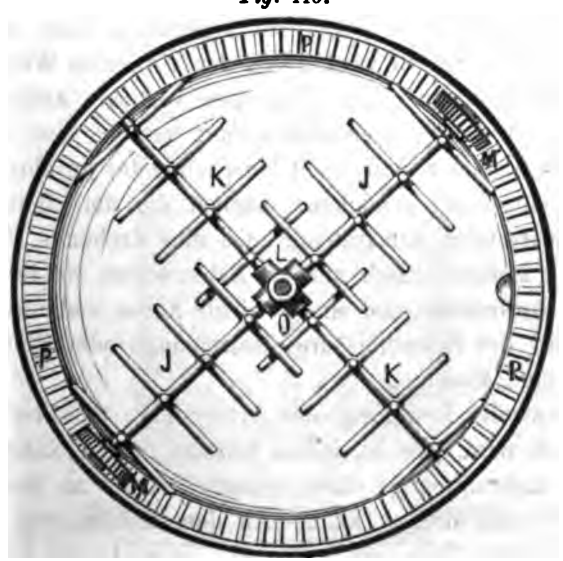
Da sowohl die Schwefelsäure als auch die Natronlauge bedeutend schwerer als das Kerosin sind, sich also stets auf dem Boden des Mischungsgefässes absetzen würden, so ist es von Wichtigkeit, die Mischungsgefässe derartig zu construiren, dass doch trotz der Verschiedenheit der specifischen Gewichte der Flüssigkeiten, eine innige Mischung auf Stunden hinaus ermöglicht wird, damit die Agentien wirken können.

Zum Mischen der Flüssigkeiten sind zwei Systeme in Gebrauch, entweder nur einfache Rührvorrichtungen oder die Untermischung geschieht mittelst eines starken Luftstromes, sogenannter **Luftmischer**.

Von beiden Arten giebt es nun wieder die mannigfachsten Formen und Einrichtungen, es sollen aber nur die Einrichtungen, wie sie am meisten gebräuchlich sind, berücksichtigt werden.

Sehr gute Resultate beim Mischen liefert die „**Archime-**

Fig. 116.



Horizontalschnitt.

Maschinenbetrieb.

F verticale Welle. *G* Halslager. *H* Spurlager. *J* oberes Armsystem. räder. *O* Nabe des unteren Armsystems. *P Q* Zahnkränze. *R* Oelzufluss. *T* Ablasshahn.

dische Schnecke oder Schraube", eine der ältesten Flüssigkeitshebemaschine, welche Fig. 114 — Seite 573 — veranschaulicht. Bei der Bewegung der Spirale *B* wird das Kerosen gehoben und fällt am Ende der Spirale zurück, so dass eine innige Mischung mit der in einem Bogen vom Deckel herabfallenden Schwefelsäure oder Natronlauge eintreten muss.

Eine andere Rührvorrichtung mit Maschinenbetrieb, welche

eine noch innigere Mischung hervorbringt, ist in den Figuren 115 und 116 dargestellt.

Die Vorrichtung besteht aus dem Mischbottich *A*; derselbe ist wie bei der „Archimedischen Schnecke" aus Eisenblech und innen verbleit, wie alle Theile; von einer Transmissionswelle *B*, die im Lager *C* ruht, wird die Bewegung durch zwei conische Räder *D* und *E* auf eine verticale Welle *F* übertragen. Die Welle *F* ist im Halslager *G* und im Spurlager *H* am Boden des Bottichs *A* gelagert. Mit der Welle sind nun zwei Armsysteme *J* und *K* durch die auf der Welle festen Naben *L* und *O* so verbunden, dass die Arme durch die drehende Bewegung von der verticalen Welle *F* mitgenommen werden und sich um ihre verticale Achse drehen. Dadurch würde die Kerosenmischung nur in eine drehende Bewegung kommen und nicht durcheinander gerührt werden.

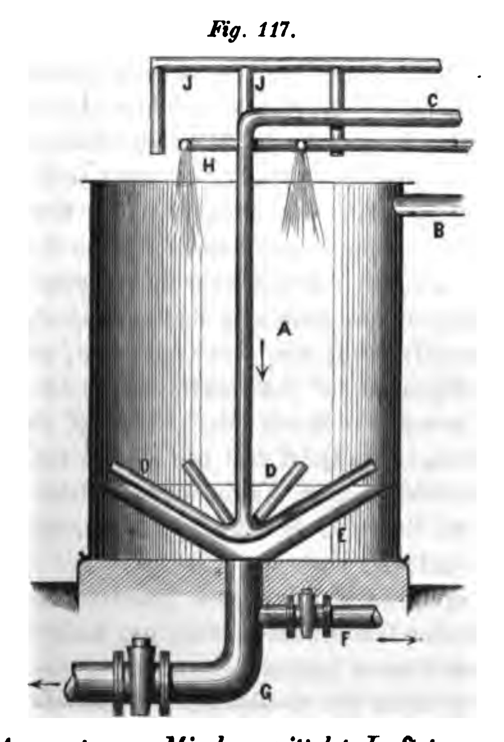
Um dieses zu erreichen, machen die um einen rechten Winkel versetzten Armsysteme auch eine drehende Bewegung und zwar ziemlich rasch um ihre Achse selbst, sie rotiren also um eine horizontale und eine verticale Achse und das Kerosen erhält mit der Schwefelsäure, Natronlauge oder Wasser eine ganze innige Mischung.

Die zweite Bewegung der Armsysteme um ihre horizontale Achse wird erreicht, indem letztere in den Naben *L* und *O* durch Anbringung je eines conischen Rades an ihren Enden *M* und *N* sich drehen kann. An dem Blechmantel des Bottichs sind zwei Zahnkränze *P* und *Q* verschraubt, wird nun das Armsystem durch die Naben mitgenommen, so wickeln sich dabei die conischen Räder *M* und *N* auf den Zahnkränzen ab und es wird somit die verlangte Drehung des Armsystemes erzeugt.

Am Bottichdeckel ist ein Stutzen *R* befestigt, an welchen die Zuflussleitung des Kerosin anschliesst. Mittelst eines oder mehrerer bleierner Trichter, welche nur unten eine feine Oeffnung haben, dafür aber eine Menge im Stiel, dieser also siebförmig durchlöchert ist, wird englische Schwefelsäure oder Natronlauge etc. zugesetzt und das Rühren je nach der Beschaffenheit des Kerosen eine halbe bis mehrere Stunden fortgesetzt. Die

Mischung wird darauf der Ruhe überlassen, dass sich das Kerosen klärt, dann wird die untere Flüssigkeit, also der Schwefelsäure- oder Laugenabsatz — „**Sludge**" — durch den Hahn *F* abgelassen, bis Kerosen zu fliessen beginnt. Nach der Grösse des Betriebes richtet sich auch die Grösse der mechanischen Mischkessel, dieselben haben einen Durchmesser von 6 bis 10 Meter und 4 bis 8 Meter Höhe.

Fig. 117.



Apparat zum Mischen mittelst Luftstromes.

A Blechcylinder. *B* Petroleumzufluss. *C* Luftrohr. *D* Rührwerk. *E* conischer Boden. *F*, *G* Ausflussröhren. *H* Schwefelsäurezufluss. *J* Wasserzufluss.

Der **Luftmischer** — Agitator — Fig. 117 — hat gewöhnlich eine Höhe von 10 Meter und einen Durchmesser von 8 Meter ist aus starken Eisenblechen gefertigt und auf der Innenseite verbleit; in diesen ist ein conischer Boden *E* eingesetzt, der unten an seiner Spitze ein gezweigtes Ausflussrohr *G*, *F*,

angesetzt hat und dessen Arme mit eignem Abschluss versehen sind. Der Zufluss des Kerosen erfolgt durch das Rohr *B* am oberen Rande des Kessels. In der Cylinderachse befindet sich ein 15 Cm. starkes Rohr *C*, welches die Luft einführt und sich nahe am Boden des Agitators quirlförmig theilt, dessen Aeste *D*, 10—12 an der Zahl, nach oben hin fein durchlöchert sind. Ueber dem Luftmischer befindet sich ein Rohr *H*, welches die Chemikalien zuführt, sich kreisförmig um das Luftrohr *C* biegt und nach abwärts viele kleine Ausflussöffnungen eingebohrt enthält. Ueber diesem Säurerohr *H* ist noch ein System von vielfach verzweigten Röhren *J* angebracht, durch deren Löcher das Waschwasser zugeführt werden kann. Dass alle Röhren mit Hähnen etc. verschlossen werden können, ist wohl selbstverständlich.

Beim Gebrauche des Agitators wird das Kerosen, wie es von den Destillationsapparaten kommt, durch das Rohr *B* in den Cylinder gelassen, dieser aber nicht ganz gefüllt; fast gleichzeitig beginnt das Einblasen der mittelst eigner Pumpen, nach dem Worthington- oder Drakesystem, gepressten Luft — (von 0,6 Kilogramm auf den Quadratcentimeter oder 8 Pfund auf den Quadratzoll) — durch das Luftrohr *C*, dieselbe dringt aus den Oeffnungen im Quirl und bringt eine innige Mischung mit der Schwefelsäure resp. Natronlauge, welche gleich einem Regen aus dem Rohre *H* herabfällt, hervor, so dass die Mischung völlig milchig wird.

Nach eingetretener Ruhe und Absetzenlassen wird die Säure, Lauge oder Waschwasser durch das Rohr *G* abgelassen, bis Kerosen zu fliessen beginnt.

In Pennsylvanien etc. werden auf 100 Barrels = 159 Hectoliter Kerosen 640 engl. Pfund = 308 Kilogr. Schwefelsäurehydrat von 65—66° B. gerechnet; im Bakudistrict auf 100 Pud = 1640 Kilogr. Kerosen 1—1,5 Pud = 16,4—24,6 Kilogr. engl. Schwefelsäure von obiger Stärke; mit zu wenig Schwefelsäure behandelt, behält das Kerosen einen gelblichen Stich und noch den unangenehmen Geruch. Für gewöhnlich genügen 2—5 % Schwefelsäure.

Die Einwirkung der Schwefelsäure auf die Verunreinigungen lässt sich einerseits durch die Farbveränderung der milchigen

Mischung, welche röthlich bis bräunlich wird, als auch durch den auftretenden stechenden Geruch der schwefligen Säure erkennen. Nachdem die Säure ungefähr eine Stunde — zuweilen genügt eine halbe Stunde — gewirkt hat, wird eine Probe herausgenommen, diese in einem langen, dünnen Cylinderglase der Ruhe überlassen und die Farbe des Oeles beobachtet, die keinen gelben Stich zeigen darf. In manchen Raffinerien wird das abgesetzte Raffinat mit einigen Tropfen Natronlauge versetzt, welche bei kräftigem Schütteln eine milchige Trübung verursacht, die bei auffallendem Lichte rein weiss sein muss und keine Spur eines gelblichen Stiches zeigen darf. Hat die Vorprobe ein günstiges Resultat ergeben, so werden die Agitatoren abgestellt und das Ganze der Ruhe überlassen; andernfalls muss, nachdem die hauptsächlichste Menge der ersten Säure entfernt ist, noch ein kleiner Schwefelsäurezusatz gemacht und die Manipulation wiederholt werden.

Die Klärung, d. h. die Scheidung nach der spec. Schwere erfolgt je nach der Menge des Oeles und Grösse des Gefässes innerhalb 6—12 Stunden und wird in den Fabriken, welche nicht Tag- und Nachtbetrieb haben, gewöhnlich die Nachtzeit zum Absetzenlassen benutzt.

Die Beimengungen, welche durch die Schwefelsäure zerlegt wurden, setzen sich als schwarze, theerartige Massen am Boden des Apparates ab und werden durch die am Boden angebrachten Rohre so lange abgelassen, bis Kerosen mitfliesst. Die Schwefelsäure wird in Bottiche geleitet, wo sie vollkommen zum Absetzen der theerigen Beimengungen der Ruhe überlassen wird und wird dann namentlich in Amerika an chemische Fabriken verkauft — Verwerthung der Abfälle —.

Zum Auswaschen der dem Kerosen anhaftenden Schwefelsäure fällt in den Rührbottich das Waschwasser in Gestalt eines Sprühregens herab, welches als specifisch schwerer durch das Petroleum hinabfliesst und die verbliebenen Rückstände an Schwefelsäure aufnimmt. Sind mechanische Rührer vorhanden, so können diese in Betrieb gesetzt werden, während bei Luftmischern die Lufteinströmung unterlassen werden muss, um die Gefahr einer Selbstentzündung des durch die Mischung

von Schwefelsäure und Wasser bedeutend erhitzten Kerosen zu vermeiden. Auch ohne Anwendung von Rührer lässt sich durch den Sprühregen die Schwefelsäure sehr gut auswaschen und wird von Zeit zu Zeit das am Boden angesammelte Waschwasser abgelassen. Ein 1—2 stündiges Waschen reicht hin, doch zur vollständigen Abstumpfung der Schwefelsäure wird noch eine 4—5 procentige caustische Natronlauge ähnlich wie die Schwefelsäure in den Agitator zum Kerosen gebracht und circa eine halbe Stunde innig gemischt, darauf nochmals zur Entfernung des Alcali mit Wasser gewaschen. In den meisten Fällen wird das Behandeln mit Natronlauge in besonderen hölzernen Rührbottichen vorgenommen, die so aufgestellt sind, dass der obere Rand sich in gleicher Höhe mit dem Boden des Luftmischers befindet.

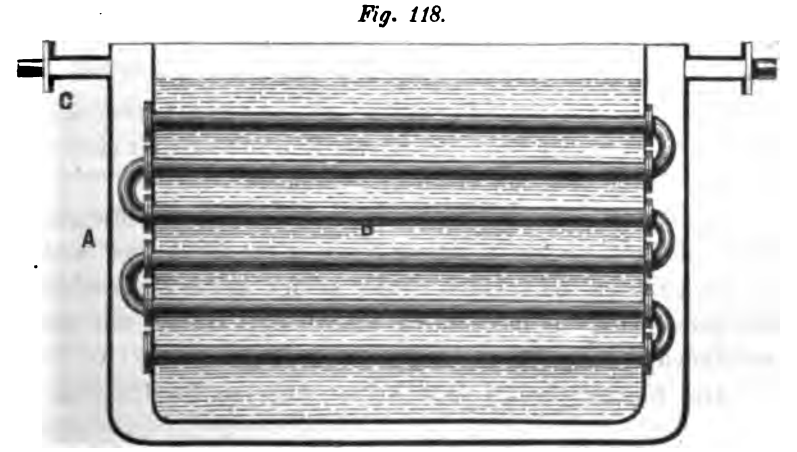
Die Natronlauge bringt beim Mischen mit Kerosen sofort eine milchige Trübung hervor und stumpft nicht allein die Schwefelsäure ab, sondern bindet auch die sauren Verbindungen des Kerosen, welche im Rohöle vorhanden waren, bei der Destillation mit übergegangen sind und durch die Schwefelsäure nicht zerstört wurden; diese Verbindungen ballen sich bei fortgesetztem Mischen zu weissen Flocken zusammen, die dann in dem wasserhellen Kerosen herumschwimmen. Ist diese Erscheinung durch eine Vorprobe nachgewiesen, so wird mit der Mischung aufgehört und das Ganze zum Absetzen der Lauge der Ruhe überlassen. In einigen Fabriken wird das Auswaschen der Lauge auch noch in demselben Mischer vorgenommen, in anderen in besonderen Waschbassins.

In Amerika wird der ganze Reinigungsprocess gewöhnlich nur in einem Agitator ausgeführt und aus diesem in Reservoire abgelassen. Vorhandene Spuren Alcalirückstände finden keine Berücksichtigung, da diese als schadlos angenommen werden, während Reste freier Säuren die Messingtheile einer Lampe angreifen und beim Verbrennen das Kerosen auch andere Unannehmlichkeiten bedingen würde. Vorhandene Spuren Alcali im Kerosen sind aber ebenso nachtheilig, denn beim Brennen wird der Docht hart, überzieht sich mit einer schwachen Kruste, welche die Capillarität verhindert und dadurch

die Leuchtkraft vermindert wird, anderntheils beschlagen die Lampencylinder mit einem weissen Anfluge und der Atmosphäre theilen sich Natrondämpfe mit, welche einen Hustenreiz ausüben; deshalb wird in gewissenhaften Raffinerien das Kerosen noch einmal mit einer verdünnten Schwefelsäure von 6—8° B. behandelt und wiederum mit Wasser ausgewaschen, zu diesem Zwecke sind auch die oben erwähnten Waschbassins vorhanden.

In einzelnen Raffinerien wird das so gereinigte Kerosen, ehe es in den Handel kommt, einer zweiten sorgfältigen Recti-

Fig. 118.



Gefrierapparat zur Trennung des Wassers vom Petroleum.
A Kasten. *B* Rohrschlangen. *C* Eintritt in die Schlangen.

fication unterworfen, einestheils um jegliche Spuren von Verunreinigungen zu entfernen, anderntheils um ein fast geruchloses und farbloses Kerosen darzustellen, denn das Kerosen verhält sich wie Terpentinöl, dass es bei wiederholten Rectificationen geruchlos wird.

Kerosene, welche nicht einer zweiten Rectification unterworfen sind, werden, da die Consumenten helle Oele wünschen und darin ein Kriterium der Reinheit, Leuchtkraft und Gefahrlosigkeit erblicken, noch einem Bleichprocess unterworfen, indem die Oele den directen Sonnenstrahlen ausgesetzt werden. Zu dem Zwecke werden die Oele in Reservoirs von $1^1/_2$ Meter Tiefe und 12—15 Meter Durchmesser gebracht, welche unter

einem Glasdache stehen, durchschnittlich ist das Bleichen an einem Tage vollendet. Bei lebhafter Nachfrage nach Petroleum unterbleibt das Bleichen und es sei hierbei bemerkt, dass sich nicht alle Kerosensorten bleichen lassen, dass einzelne Sorten bei zu langem den Sonnenstrahlen Aussetzen Veränderungen auf Kosten der Leuchtkraft erleiden und durch die Darbietung der grossen Oberfläche in Folge Luftströmung auch bedeutende Verluste eintreten.

Um eine schnelle und vollständige Trennung von Petroleum oder anderen Mineralölen und Wasser etc. zu bewirken, haben sich Poetsch & Weitz nachstehendes Verfahren patentiren lassen — D. R. P. 27573 — Fig. 118, Seite 581 —.

Die zu entwässernde Flüssigkeit wird in einen Kasten *A* gebracht und in diesem liegt eine eiserne Rohrschlange *B*; mehrere solcher Kästen sind mit einander verbunden.

Bei *C* tritt eine in einer Eismaschine erkaltete Flüssigkeit oder Luft in die Schlangenrohre *B* ein, zieht durch und in die nächsten Kästen, schliesslich wieder zurück in die Eismaschine. Hierdurch wird das mechanisch beigemengte Wasser mit etwa vorhandenen Säure- oder Laugenresten ausgefroren.

Das Kerosen bedarf dann keiner weiteren Rectification.

---

3. Eigenschaften des Kerosen.

Die Kerosene kommen sehr selten ganz farblos in den Handel, da sie geneigt sind, nachzudunkeln. Eine ausgesprochen gelbe Farbe deutet auf eine nicht genügende Reinigung und nicht, wie häufig fälschlich angenommen wird, auf eine Salpetersäuregelbfärbung, wenn salpetrige Säure enthaltende englische Schwefelsäure zur Anwendung gekommen ist.

Die Methoden zur Farbbestimmung sind Seite 396 berücksichtigt und ist noch zu erwähnen, dass die amerikanischen Petroleum-Raffineure 4 Farbnuancen:

1. **Water white.**	3. **Royal daylight.**
2. **Prime white.**	4. **Standard.**

unterscheiden, wenige haben wie die englischen, deutschen und russischen Raffineure ihre eigenen Bezeichnungen und Namen wie Pratt-Petrol., Sunlight, Kaiseröl, Nobel-Petrol.

Das gereinigte Petroleum ist eine etwas fluorescirende Flüssigkeit — Seite 396 —, sie zeigt **Dichroismus**, indem es bei einer gewisssen Beleuchtung farblos oder gelblich erscheint, unter einer anderen schön blau.

Der Geruch der Kerosene soll ein nur schwacher, nicht unangenehm widerlicher sein, der auf eine schlechte Reinigung hinweisen würde — Seite 395 —.

Die amerikanischen Kerosene haben bei 15° C. ein specifisches Gewicht von 0,795—0,840, das der besseren Marken beträgt durchschnittlich = 0,800, jedoch giebt es auch amerikanische Leuchtöle, deren specifisches Gewicht noch unter 0,795 geht, ohne zu gleicher Zeit feuergefährlich zu sein, so das vorzügliche **Astralöl** = 0,788 und das Kaiseröl der Korffschen Raffinerie = 0,786. Die russischen Kerosene sind schwerer und haben durchschnittlich ein specifisches Gewicht = 0,820; allgemein schwankt dasselbe von 0,800—0,845 und enthalten dabei dennoch eine grössere Menge leicht siedender Oele, wie sich aus den Tabellen Seite 584 ergiebt.

Bei einer fractionirten Destillation bestimmter Volume der besseren amerikanischen und russischen Kerosene, und zwar so, dass stets $^1/_{10}$ Volumen des in Arbeit genommenen Kerosen fractionirt wurde, ergaben die einzelnen Fractionen folgende specifischen Gewichte bei 15° C.

	Amerikanisches Kerosen Spec. Gew. 0,803	Russisches Kerosen 0,822
1. Fraction . . . spec. Gew.	0,748	0,783
2. „ . . . „ „	0,759	0,796
3. „ . . . „ „	0,778	0,803
4. „ . . . „ „	0,792	0,814
5. „ . . . „ „	0,802	0,827
6. „ . . . „ „	0,812	0,831
7. „ . . . „ „	0,822	0,837
8. „ . . . „ „	0,831	0,838
9. „ . . . „ „	0,838	0,846
10. „ . . . „ „	0,849	0,864

Biel stellte vergleichende Versuche mit amerikanischen und russischen Kerosenen an und berücksichtigte bei den Fractionen die Temperaturen.

Destillat	Amerikanische Kerosene. Astral oil spec. Gew. = 0,783			Amerikanische Kerosene. Standard oil spec. Gew. = 0,795		
Temperatur bei °C.	Procent	Spec. Gew.	Entzünd.-Temp.	Procent	Spec. Gew.	Entzünd.-Temp.
100—125	2,20 (100—150)	—	16° C. (100—150)	—	—	—
125—150				14,40	0,741	16° C.
150—170	13,50	0,758	29° „	9,80	0,760	29° „
170—190	21,30	0,768	43° „	8,30	0,770	43° „
190—210	18,00	0,777	57° „	6,00	0,778	59° „
210—230	15,00	0,786	75° „	5,60	0,786	75° „
230—250	10,00	0,795	99° „	8,60	0,796	100° „
250—270	9,20	0,806	111° „	7,60	0,808	112° „
270—290	4,80	0,840	—	5,80	0,818	—
Rest	5,20	0,834	—	33,90	0,840	—

Destillat	Russische Kerosene. A spec. Gew. = 0,817			Russische Kerosene. B spec. Gew. = 0,803		
Temperatur bei °C.	Procent	Spec. Gew.	Entzünd.-Temp.	Procent	Spec. Gew.	Entzünd.-Temp.
100—125	2,60	0,763	16° C. (100—150)	6,70	0,756	16° C. (100—150)
125—150	12,80	0,776		26,80	0,774	
150—170	16,80	0,793	25° „	18,80	0,795	25° „
170—190	14,80	0,808	41° „	16,60	0,810	43° „
190—210	14,40	0,821	55° „	14,30	0,823	46° „
210—230	12,70	0,831	72° „	6,80	0,834	74° „
230—250	7,50	0,840	98° „	6,70	0,847	99° „
250—270	7,00	0,850	120° „	8,30	0,867	116° „
270—290	5,00	0,858	—	—	—	—
Rest	5,50	0,878	—	—	—	—

In der nachstehenden Zusammenstellung sind die procentischen Durchschnittszahlen verschiedener amerikanischer und russischer Leuchtöle an

Naphta — Light oil — . . . bis 150° C. destillirend
Kerosen . . . . 150—270° „ „
Schweren Oel — Heavy oil — über 270° „ „
angegeben — Seite 450 —.

		Naphta	Kerosen	Schwere Oele
1. Amerikanische Kerosene.	Water white	5,60 %	85,20 %	9,20 %
	Sunlight . .	4,50 „	79,50 „	16,00 „
	Standard 1 .	16,50 „	48,50 „	24,00 „
	Standard 2 .	14,20 „	73,40 „	12,40 „
2. Russische Kerosene.	Nobel Petr. .	12,50 „	78,30 „	9,20 „
	Kerosen 1 .	15,00 „	70,00 „	15,00 „
	„ 2 .	15,40 „	74,10 „	10,50 „
	„ 3 .	13,40 „	77,00 „	9,30 „

Die Leuchtöle lassen sich in zwei Gruppen bringen, in die gewöhnlichen den Massenimport aus Amerika bildenden Oele, welche schon bei gewöhnlicher Temperatur entzündbare Dämpfe bilden, deren Entzündungstemperatur in den meisten europäischen Staaten gesetzlich geregelt ist — Seite 440 — und in solche, welche erst bei einer stärkeren Erwärmung entzündbare Dämpfe entlassen; über die Bestimmungen der Entzündungstemperatur ist ausführlich auf den Seiten 404—464 berichtet, es erübrigt nur noch, einige Beispiele der gangbarsten Petroleumsorten anzuführen deren Prüfung mit dem Abel-schen Apparate stattgefunden hat. — Siehe die Tabelle auf Seite 586. —

Ein gut gereinigtes Petroleum muss sich mit dem gleichen Volumen concentrirter Schwefelsäure — specifisches Gewicht = 1,53 — durchschüttelt, schnell klären und unverändert bleiben resp. etwas heller werden; die Schwefelsäure darf sich dabei nur etwas gelb färben; eine dunklere Färbung würde in beiden Fällen eine **ungenügende Reinigung** ergeben, indem harzartige Beimischungen in dem Kerosen zurückgeblieben sind.

	Petroleumsorte	Temperatur, bei welcher sich zuerst entzündliche Dämpfe bilden	Temperatur, bei welcher das erwärmte Oel selbst entzündet
R. Weber.	Franklin	23—24° C.	34—35° C.
	Standard	21 „	33 „
	Brillants	21—22 „	33—34 „
	Economy	23 „	36 „
	Central	26 „	38 „
	Metropolitan	25 „	37—38 „
	Hudson	23—24 „	36 „
	Imperial	20—21 „	31—32 „
	Sunlight	23 „	35—36 „
	Berliner Petroleum . .	23—23,2 „	36—37 „
	Kaiseröl.	47—48 „	58—60 „
	Standard white	28 „	43 „
	Mineral sperm	75 „	145 „
	Nobel Petroleum 1 . . .	27,5 „	60 „
	„ „ 2 . . .	26,5 „	65 „
	Caspian Company Keros. 1	30,5 „	58—59 „
	„ „ „ 2	31 „	74 „
	„ „ „ 3	27 „	53 „

Nicht selten kommt es vor, dass dem Brennpetroleum geringwerthigere Producte von **Braunkohlen-, Torf-, Harzdestillaten** zugesetzt werden, diese sind an der bedeutenden Temperaturerhöhung um 30—50° C. beim Vermischen mit concentrirter Schwefelsäure von 1,84 spec. Gew. zu erkennen, bei reinem Kerosen beträgt die Temperaturerhöhung circa 5° C. und beim Vermischen mit Wasser geht die Trennung schnell von statten, während bei einer Verfälschung nur langsam und ist das Oel meist gefärbt.

Zum Nachweis von **Schwefelsäure** im Kerosen, von ungenügendem Waschen herrührend, wird dieses mit Wasser oder einer reinen Sodalösung ausgeschüttelt, im ersteren Falle kann direct Chlorbaryumlösung zugesetzt werden, im letzteren Falle muss erst die Soda mit Salzsäure abgestumpft werden, ein weisser Niederschlag beweist die Gegenwart von Schwefelsäure. Ein etwaiger **Natrongehalt** ergiebt sich beim Behandeln des

Kerosen mit verdünnter Salzsäure und Verdampfen des wässrigen Auszuges.

Das gereinigte Petroleum-Kerosen ist in Wasser unlöslich, nimmt aber selbst Spuren von Wasser auf, in 90 % Weingeist und Holzgeist ist es sehr wenig löslich, ebenso in Eisessig, leicht in Aether, Chloroform, Schwefelkohlenstoff und ätherischen Oelen. Fette Oele und Fette des Thier- und Pflanzenreichs sind aber in geringerem Grade löslich als in Petroleumbenzin, löst Jod mit rothbrauner Farbe, nicht aber Schwefel und Phosphor. Von den Harzen und harzartigen Körpern werden in der Wärme nur Lärchenterpentin, Elemi und Asphalt in grösserer Menge gelöst. Kautschuk quillt darin auf, wird weich und löst sich in der Wärme vollständig.

Vergiftungen erzeugt das Petroleum sowohl beim Einathmen seines Dampfes und beim Einreiben in die Haut gegen Krätze, als auch nach der Einführung in den Magen durch Verwechslung. Die toxischen Dosen betragen im letzteren Falle 50 bis 150 Gr. Todesfälle sind bisher auch nach dem Verschlucken von 400—750 Gr. (Lewin) nicht beobachtet worden. Die in der Neuzeit aufgestellte Ansicht von der Ungiftigkeit des reinen Petroleum ist nicht richtig, wenngleich zugegeben werden muss, dass rohes Petroleum giftiger als gereinigtes ist.

Nach der äusserlichen Anwendung des Mittels zu Einreibungen wird der Ausbruch von Bläschen, sowie Schwindel, Kopfschmerzen und ein rauschähnlicher Zustand beobachtet. Arbeiter, die mit Petroleum zu thun haben, bekommen zuweilen ein scharlachartiges Exanthem (Hautausschlag) oder Beulen auf der Haut unbekleideter Körpertheile. Die Giftwirkung des Petroleumdampfes wird von Weinberger durch einen Vergiftungsfall illustrirt, der zwei Arbeiter betraf. Dieselben stiegen, der Eine zur Rettung des Andern, in einen nur einen Bodensatz von rohem Petroleum enthaltenden grossen Bottich. Nach kurzem Aufenthalte fielen sie um, nur der Eine gab vorher noch verwirrte Antworten. Sie wurden herausgeholt und waren vollkommen „asphyctisch“ (zum Tode ohnmächtig), das Gesicht blauroth, die Augen starr, gläsern, die Pupillen eng, unbeweglich, die Körpertemperatur gesunken; Puls und Respiration

waren nicht wahrnehmbar. Kothentleerung trat unwillkürlich ein. Nachdem in 1/2 resp. 1 1/2 Stunden das Bewusstsein wieder hergestellt war, wurde in der Exspirationsluft Petroleumgeruch wahrgenommen. Es folgte dann noch Husten, Würgen und Schlucksen und bei dem einen eine Lungenentzündung.

Eulenberg schreibt: Die Arbeiter in den Petroleum-Raffinerien werden besonders von der Essenz ergriffen, wenn sie in die Bottiche steigen, um etwaige Destillationsrückstände herauszunehmen. Nach den Erfahrungen (Eulenberg's) stürzen sie dann wie betäubt hin, bekommen ein bleiches Gesicht, livide Lippen, einen schwachen, kaum hörbaren Herzschlag, respiriren langsam mit schwachen Schleimrasseln, bisweilen durchfahren auch convulsivische Zuckungen den Körper. Die Asphyxie geht unfehlbar in den Tod über, wenn der Betroffene nicht sofort dem gefährlichen Medium entzogen wird. An der Luft äussern Wasserbespritzungen, Reiben und ähnliche Reizmittel meist bald ihre belebende Wirkung auf Respiration und Herzthätigkeit.

Sind die Verunglückten ihrer Glieder und Muskeln wieder mächtig, so geberden sie sich oft wie Betrunkene, indem sie wild um sich schlagen, grunzen oder laut aufschreien, kommen sie mehr zum Bewusstsein, so stossen sie Alles von sich, um sich der Ruhe und dem starken Schlafbedürfnisse ergeben zu können. Bei dem Erwachen zeigen sich dann noch mehr oder weniger Schwindel und Ohrensausen, ganz dieselben Erscheinungen, welche gewöhnlich auch dem „asphyctischen Zustande" vorausgehen, dabei bleibt noch längere Zeit ein Geruch nach Petroleum zurück.

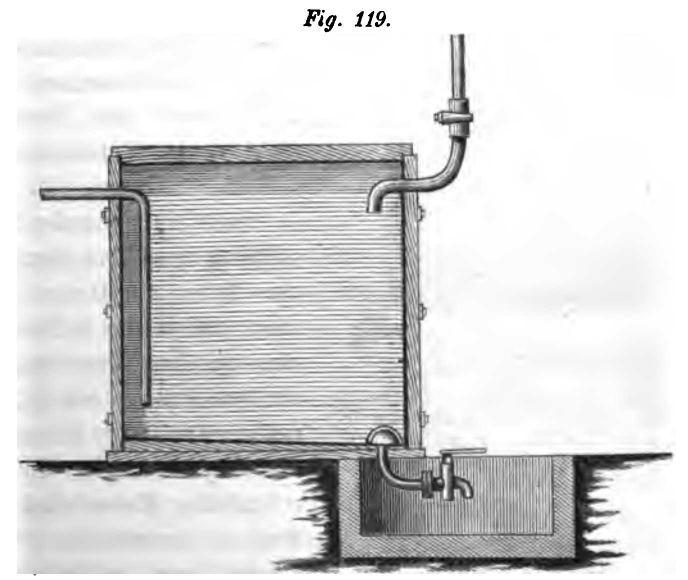
Die Besprechung über Verfrachtung, Lagerung, Statistik etc. des Kerosen findet mit den anderen Erdölproducten am Schlusse dieses VIII. Kapitels statt.

---

4. Trennung der leichten Erdölproducte = Naphtaproducte in Cymogen, Rhigolen und „C“, „B“ und „A“-Naphta: Gasolin, Petroleumäther, Benzin etc.

Es giebt verschiedene Firmen, welche aus den Erdölraffinerien die leichten Producte aufkaufen und ausschliesslich fractioniren. Die Einrichtungen, welche in den Petroleumraffinerien zum Trennen der Naphtaproducte dienen, sind bereits an verschiedenen Stellen in diesem Kapitel angegeben,

Fig. 119.

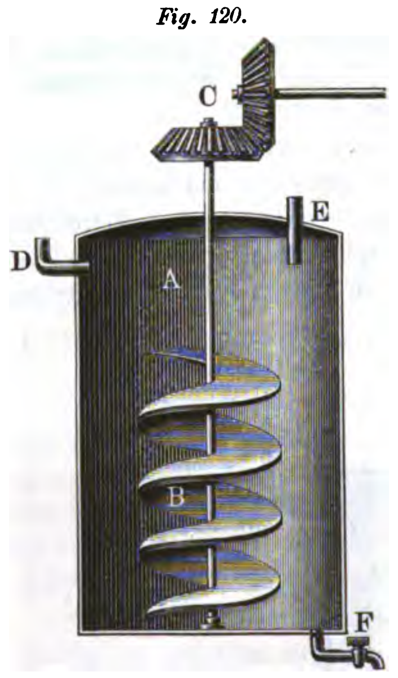


Mischungskasten für Naphta und Schwefelsäure.

es handelt sich also hier nur um die eigentlichen Naphtaraffinerien, welche mit fast ebenso verschiedenen Apparaten arbeiten wie die Erdölraffinerien, bloss haben dieselben bedeutend kleinere Destillationsanlagen etc.

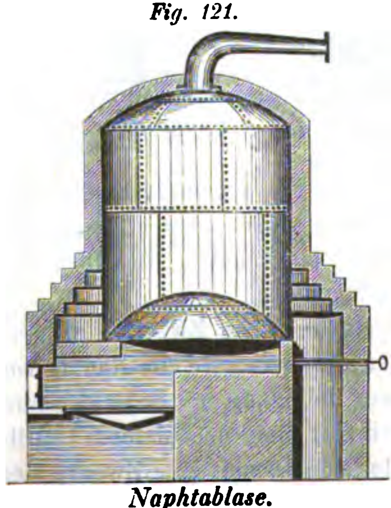
Je nach dem Naphtaproducte und dem Zwecke der Verwendung der resultirenden neuen Producte wird die Naphta vor der Destillation häufig noch einer Reinigung mit Schwefelsäure unterzogen, in anderen Fabriken erst einer nochmaligen Destillation. Nach der einfachsten Methode kommt zum Zwecke der Reinigung die Naphta in einen mit Bleiplatten ausgeschlagenen

Fig. 120.



Archimedische Schnecke.
A Bottich. *B* Schnecke. *C* Triebwerk. *D* Zuflussrohr. *E* Deckel mit Schwefelsäure- etc. Zufluss. *F* Abflusshahn.

Fig. 121.



Naphtablase.

Kasten — Fig. 119 — und wird mit ca. 5 % Schwefelsäure allmählich versetzt, während ein fortwährendes Umrühren mit durchlöcherten hölzernen Krücken stattfindet. Bessere Resultate werden auch hier mit der „Archimedischen Schnecke“ — Fig. 120 — erzielt, weil sich dieselbe in einem geschlossenen Bottich bewegt und deshalb nicht soviel Verdunstungsverluste eintreten.

Nach hinreichender Einwirkung wird das Gemisch der Ruhe überlassen und muss zuerst die Schwefelsäure abgelassen werden, ehe ein Wasserzusatz erfolgt, damit keine zu starke Erhitzung der Naphta eintritt. In gewöhnlicher Weise wird die Naphta gewaschen und kommt dann gut abgesetzt in eine Naphtablase — Fig. 121 —, welche von aussen zu heizen ist. Oder die Destillation wird in einer Blase mit direct einströmendem Wasserdampf vorgenommen und hat dann die Einrichtung, wie sie Figur 122 darstellt.

In den cylindrischen Bottich *A* von Eisenblech wird

die Naphta von dem Reservoir durch *F* eingelassen und darauf Dampf durch das spiralige im Bottich vorhandene Rohr *B* geleitet. Um die leicht flüchtigen Producte zur Destillation zu bringen, wird nur trockner Dampf benutzt, denn der Dampf kann durch den Stellhahn *D* bei *E* ausströmen. Sind die leichtesten Producte abdestillirt, so wird der Stellhahn *D* gedreht, also *E* abgesperrt und der Dampf durch das durchlöcherte Rohr *G* direct in die Naphta geleitet. Die nun destillirenden Naphtadämpfe treten mit den Wasserdämpfen bei *C* aus dem Bottich in einen Schlangenrohrkühler, ähnlich wie in Fig. 108, Seite 560 dargestellt; das Kühlrohr hat oben einen Durchmesser von 10 Cm. und verjüngt sich bis auf 5 Cm. Ein Ansatz verbindet die Kühlschlange noch mit einem 5 Cm. starken Rohre, welches fast bis auf den Boden der Vorlage reicht, diese ist wiederum mit einem Wasserstandglas und zwei Ablasshähnen für Naphta oben und für Wasser unten versehen, um die beiden Flüssigkeiten trennen zu können.

Fig. 122.

Naphtadestillations-Apparat für directen Wasserdampf.

A Cylinder. *B* Dampfrohrschlange. *C* Abzugsrohr. *D* Stellhahn. *E*, *G* Dampfrohre. *F* Naphtazuflussrohr.

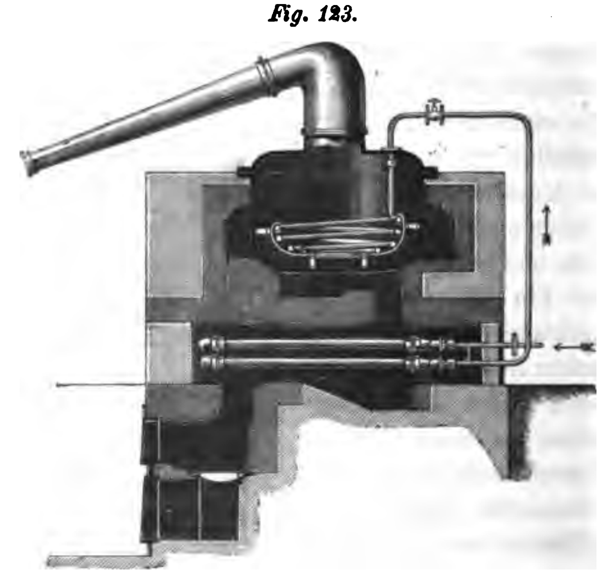
Meist ist die Einrichtung derartig getroffen, dass durch heberartige Vorrichtungen eine ununterbrochene Scheidung des mitcondensirten Wassers vom Destillate stattfindet. Um dieses zu vermeiden, wird vielfach eine Destillation mit überhitztem trocknem Dampfe vorgezogen — Fig. 123 —.

Eine ganz ausgezeichnete Einrichtung bietet der **Heckmannsche Naphtadestillator** und veranschaulicht denselben Fig. 124, S. 593. Er besteht in der Hauptsache aus der liegenden Blase *B*, dem Dom *D*, der Colonne *C*, dem Condensator *S*, dem Kühler *K*.

Die Apparate werden ganz aus geschweisstem Eisen dargestellt, Löthungen und Nietungen sind fast ganz vermieden und beinahe überall ist das Eisen in die Formen getrieben oder geschweisst oder metallisch gedichtet, so dass nur die unumgänglichen Verschraubungen angebracht sind.

Die Blase ist horizontal gelegt, um die Dampfschlange so tief wie möglich anzulegen und um dadurch die letzten Reste des Inhalts verdampfen zu können. Diese Schlangen können durch

Fig. 123.



Naphtadestillationsapparat für überhitzten Wasserdampf.

eine an der Stirnwand angebrachte grosse und leicht verschliessbare Oeffnung ganz und in einem Stücke herausgenommen werden. Auch die Befestigung der Dampfschlangen in der Blase *B* ist so bewirkt, dass, um diese Befestigung zu lösen, Niemand in die Blase, selbst bei Reparatur zu steigen braucht, was immer sehr unangenehm und gefährlich ist.

Die Blase steht auf Füssen, hat Füll- und Entleerungshahn, Lufthahn, Dampfventile, Thermometer, Manometer, Mannloch etc.

Neben der Colonne *C* steht der Dom *D*, welcher den Zweck hat, die Dämpfe, ehe sie in die Colonne treten, noch etwas zu

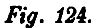
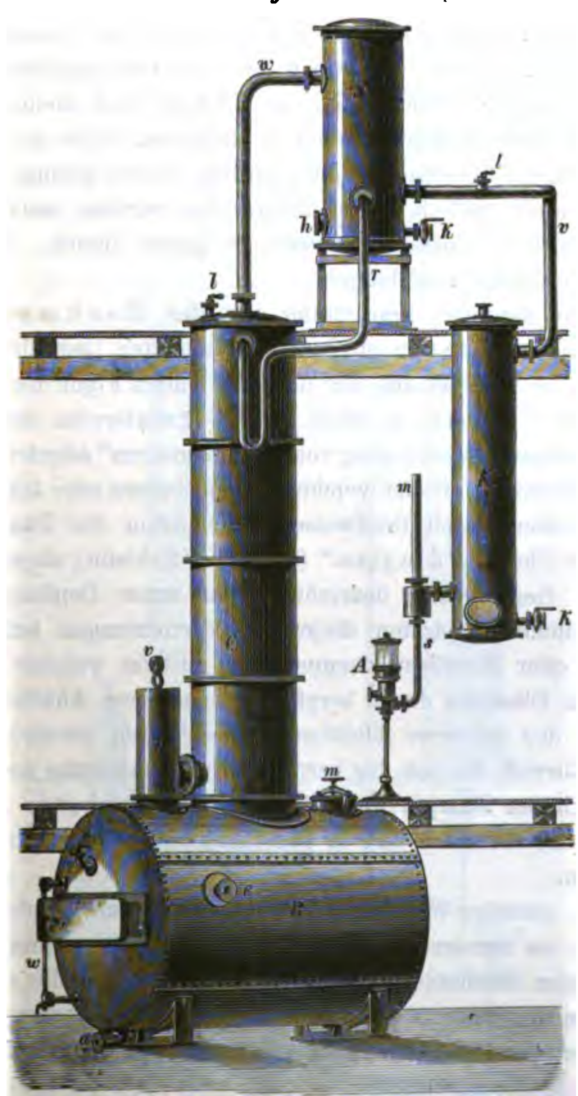


Fig. 124.



Heckmann's Naphtadestillator.

B Blase. *A* Auslauf (Eprouvette). *C* Colonne. *K* Kühler. *S* Condensator. *a* Abflusshahn *e* Eintritt. *h* Handloch. *k* Wassereintritt. *l* Luftventile. *m* auf der Blase = Mannloch. *m* am Kühler = Luftrohr. *r* Rücklauf. *s* Verbindung des Kühlers mit dem Auslauf. *v* Uebergang vom Condensator zum Kühler. *w* an der Blase = Niveaustand. *w* über der Colonne = Uebersteigrohr.

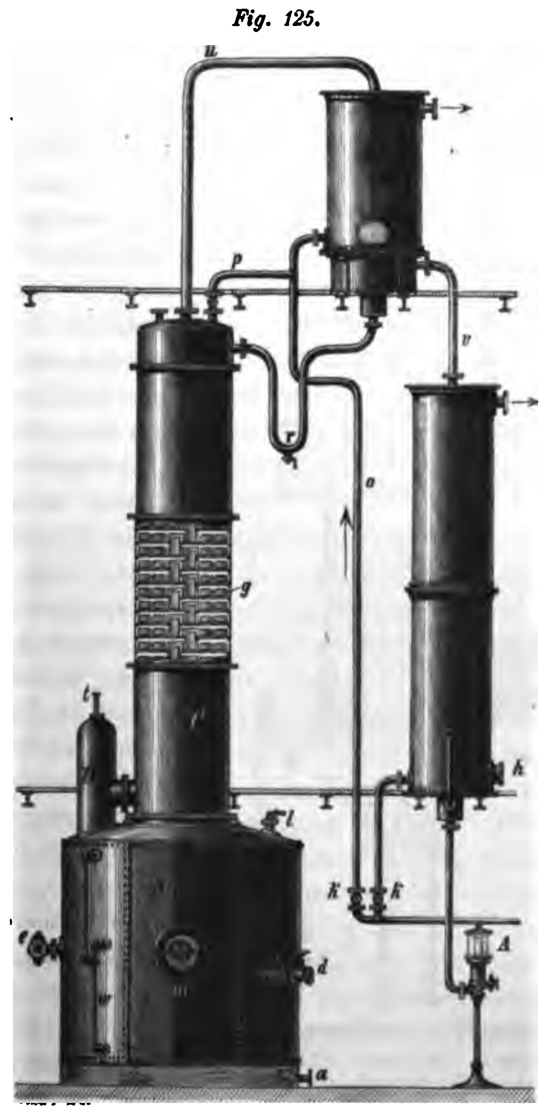
spalten; die Colonne selbst besteht aus Cylindern von geschweisstem Eisen mit horizontalen Platten, auf denen Stutzen mit darüber gesteckten Kappen oder Glocken angebracht sind. In der Colonne trennen sich die Dämpfe von niederem und höherem Siedepunkte, fliessen in letzterem Falle als Flüssigkeiten auf die tieferen Colonnen zurück, erstere gelangen in den Condensator, endlich in den Kühler und werden, nachdem die Producte den Flüssigkeitsmesser *A* passirt haben, in geeigneten Behältern aufgefangen.

Eine ähnliche Einrichtung hat der Heckmann'sche Naphtadestillator mit aufrechtstehender Destillirblase — Fig. 125 — und ist aus der nebenstehenden Figur die Einrichtung der Colonnen oder Dephlegmatoren ersichtlich; welche letztere Bezeichnung von „dephlegmiren" abgeleitet wird, einer Operation, mittelst welcher aus spirituösen oder ätherischen Flüssigkeiten durch theilweise Condensation der Dämpfe der wässrige Theil „Phlegma" (eigentlich Schleim) abgeschieden wurde. Gegenwärtig bezeichnet man unter Dephlegmatoren oder Colonnenapparaten diejenigen Vorrichtungen bei Destillations- oder Rectificationsapparaten, mittelst welcher aus gemischten Dämpfen durch sorgfältig bemessene Abkühlung die Dämpfe der schwerer flüchtigen Flüssigkeiten verdichtet werden, während die bei der herrschenden Temperatur noch nicht verdichtbaren Dämpfe der flüchtigeren Flüssigkeiten den Dephlegmator verlassen und in den Condensator und Kühlapparat gelangen.

Die günstige Wirkung der Colonnenapparate beruht darauf, dass die zu trennenden Körper in jeder Kammer eine erneute Destillation durchmachen müssen, in Folge dessen die einzelnen Producte ziemlich rein und gleichmässig erhalten werden können. Weiteres über Colonnenapparate findet sich in dem Capitel über Steinkohlentheerproducte.

Es ist noch der Heckmann'sche Flüssigkeitsmesser, D. R. P. No. 19405 — Fig. 126, Seite 596 —, zu berücksichtigen, welcher auf eine Literzähleinrichtung des Destillatauslaufes sich gründet und im kleinen Maassstabe bereits bei den vorstehenden Naphtadestillatoren — Fig. 124 und 125 — abgebildet ist.

Fig. 125.

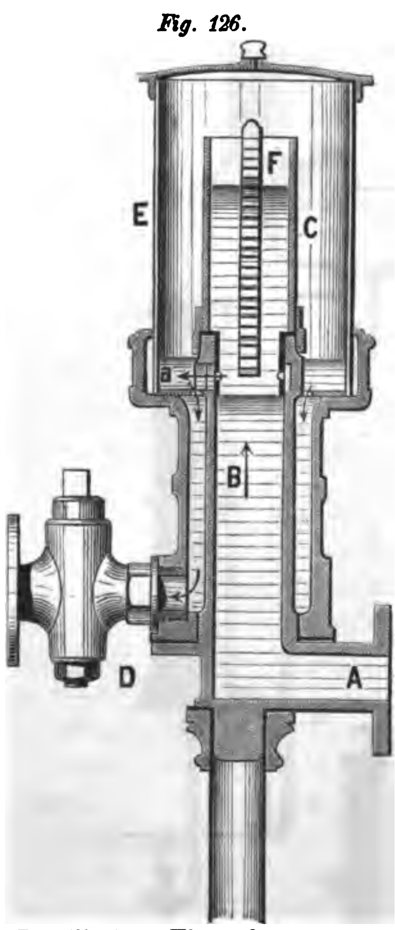


Heckmann's Naphtadestillator mit aufrechtstehender Destillirblase.

A Flüssigkeitsmesser und Auslauf. *B* Destillirblase. *C* Colonne. *D* Dom. *K* Kühler. *S* Condensator. *a* Abfluss. *d* Dampfventile für die Schlangen. *e* Einlauf. *g* Glocken. *h* Handloch. *k* Hähne zum Reguliren des Wasserzuflusses zur Kühlung. *l* Luftventil. *m* Mannloch. *o* Wasserzufluss. *p* Spülwasserrohr. *r* Rücklaufrohr. *t* Thermometer. *u* Uebersteigrohr. *v* Uebergang vom Condensator zum Kühler. *w* Niveaustand.

Die Apparate sind derartig eingerichtet, dass die destillirende und zu messende Flüssigkeit aus einer Rohrleitung durch den Zuflussstutzen *A* in das Rohr *B* und dann in das Glasrohr *C* tritt. Die Oeffnung *A* ist in ihrer Grösse abhängig von dem Durchschnittsquantum, welches pro Stunde abfliessen soll. Ein bestimmtes Quantum abfliessender Flüssigkeit bedingt nach den Gesetzen des ausfliessenden Strahles eine gewisse Druckhöhe im Glasrohr *C*. Vermehrt sich die bei *A* einfliessende Flüssigkeitsmenge, so steigt das Niveau in *C* und entsprechend fliesst ein vergrössertes Quantum bei *D* aus; im umgekehrten Falle sinkt das Niveau in *C* und daraus resultirt eine geringere Ausflussmenge.

Fig. 126.



Destillations-Flüssigkeitsmesser.
A Zuflussstutzen. *B* Rohr. *C* Glasrohr. *D* Hahn. *E* Schutzglas mit Verschlussdeckel. *F* Scala. *a* Abfluss.

An der durch Versuche normirten Scala *F* lässt sich die Niveauhöhe und daraus das pro Stunde durchfliessende Quantum erkennen (die letzte Angabe ist nicht ganz richtig, da nur das jeweilig durchfliessende Quantum angezeigt wird). Die bei *a* abfliessende Flüssigkeit kann durch einige Hähne *D* nach verschiedenen Stellen geleitet werden. *E* ist ein Schutzglas mit Verschlussdeckel.

Thermometer und Aräometer finden im innern Glasrohr Platz. Der Apparat ist ferner so eingerichtet, dass keinerlei

Dichtung nöthig ist und dass selbst beide Gläser zerbrechen können, ohne dass die Flüssigkeit überläuft.

Sind bei der Rectification der Rohnaphta, welche schon einer Reinigung mit Schwefelsäure und Natronlauge etc. unterworfen war, dennoch gelbliche Producte übergegangen, so ist es angezeigt, zum vollständigen Entfärben noch eine Filtration durch groben Sand und Thierkohle vorzunehmen.

Bei der Rectification der amerikanischen Naphtaproducte wird in den seltensten Fällen, wenn nicht schon bei der Erdöldestillation eine bedeutende Abkühlung stattgefunden hat, noch

Cymogen entsprechend **Butylwasserstoff** $C_4 H_8$, richtiger $X C_4 H_{10} + C_5 H_{12}$, zu gewinnen sein und im vorhandenen Falle kann es nur durch eine Compressionspumpe verdichtet werden — Seite 564 —. Als ein zweites sehr flüchtiges Product wird zuweilen das

Rhigolen entsprechend **Amylwasserstoff** $C_5 H_{12}$ resp. $C_4 H_{10} + X C_5 H_{12}$ gewonnen, indem die Dämpfe in einer Kältemischung von Eis und Salz verdichtet werden. Es hat dann das erhaltene Product ein specifisches Gewicht = 0,600—0,625 und einen Siedepunkt von ungefähr 18° C., seine Verdampfungsfähigkeit ist eine ausserordentliche bei gleichzeitiger bedeutender Kälteerzeugung; die Aufbewahrung kann nur in starken Blechkannen und im Eiskeller stattfinden. Dieses Präparat hat seiner Zeit zur Hervorrufung localer Anästhesie bei chirurgischen Operationen Verwendung gefunden und dient wie das vorhergehende zur künstlichen Eisbereitung. Jetzt wird es weniger berücksichtigt.

Verweisend auf die schon Seite 98—100 gemachten Angaben über die Nomenclatur der Destillationsproducte, möge hier die Beschreibung der hauptsächlichsten 4 Handelsproducte folgen.

1. **Gasolin** entsprechend einem Gemisch von **Amyl-, Caproyl-** und **Oenanthylwasserstoff** $C_5 H_{12} + X C_6 H_{14} + C_7 H_{16}$, hat eine Dichte von 90—80° B. = 0,6363—0,6666, einen Siedepunkt zwischen 40—60° C. und dient in Gasmaschinen zur Carburirung der Luft — **Luftgas** —, „Gasoline-Luftgas, Hy-

drocarbur-Lunar-Gaslampe", auch kann es in eigens construirten Lampen gebrannt werden.

Dieses Gasolin kommt dem in der II. deutschen Reichspharmacopoe aufgenommenen **Petroleumbenzin**, **Benzinum Petrolei**, gleich, es ist eine farblose, sehr flüchtige und leicht entzündliche Flüssigkeit von starkem, nicht unangenehmen, an Petroleum erinnernden Geruch, welcher an den damit benetzten Gegenständen nicht lange haftet. Dieses Petroleumbenzin mischt sich nicht mit Wasser, löst sich aber in 3 Theilen Weingeist und in jedem Verhältnisse mit absolutem Alcohol, Aether, Benzol, Schwefelkohlenstoff, Chloroform, fetten und ätherischen Oelen und hat ein specifisches Gewicht von 0,640—0,670. Beim Erwärmen von Gasolin mit einer spirituösen Lösung von Silbernitratammoniak darf keine Bräunung oder Schwärzung eintreten, welche die Gegenwart leichter Oele aus Steinkohlen, Braunkohlen, Torf, Schiefern etc. anzeigen würde. Beim Vermischen von 1 Theil einer abgekühlten Mischung von 1 Theil Schwefelsäure und 4 Theilen rauchender Salpetersäure mit 2 Theilen Gasolin darf sich dieses auch nicht färben und nach einiger Zeit keinen Geruch nach Bittermandelöl wahrnehmen lassen — Nitrobenzol.

2. „**C**" **Naphta** ist das Product zwischen 80 und 68° B. = 0,6666—0,7070 spec. Gewicht und entspricht die Zusammensetzung einer empirischen Formel von $C_6H_{14} + XC_7H_{16} + C_8H_{18}$. Diese Flüssigkeit ist der eigentliche **Petroleumäther**, **Aether Petrolei**, **Essence de pétrole blanche**, **Huile légere de Petrole**, **Benzin**, **Benzinum** der meisten Pharmacopoen und liegt der Siedepunkt zwischen 65—70° C., während

3. „**B**" **Naphta** von der empirischen Zusammensetzung $C_7H_{16} + XC_8H_{18}$, einer Dichte von 68—64° B. = 0,7070—0,7216 und einem Siedepunkte von 80—100° C. das **Petroleumbenzin des Handels** darstellt, welches unter allen möglichen Namen wie die vorhergehenden Producte auftritt, die aber nur im specifischen Gewichte schwanken. Namentlich die „**C**" Naphta hat die Eigenschaft Sauerstoff aus der Luft, besonders unter Einwirkung des Lichts, aufzunehmen und damit die Entstehung

von Substanzen zulässt, welche einen höheren Siedepunkt und ein höheres specifisches Gewicht haben, auch die Ursache sind, dass ein alter Petroleumäther beim Abdunsten auf Papier eine Art Fettfleck hinterlässt, welcher zuweilen im Laufe einer halben bis ganzen Stunde oft noch nicht verschwindet.

In den weiteren physicalischen Eigenschaften schliessen sich diese Naphten ebenso wie die

4. „**A**" **Naphta** = $C_7H_{15} + XC_8H_{18} + C_9H_{20}$ mit einer Dichte von 64—60° B. = 0,7217—0,7368 spec. Gew. und 100—150 Siedepunkt, auch unter dem Namen **Ligroin**, wenn es das leichtere Product, oder **Putzöl**, **Terpentinölsurrogat** bekannt, wenn es das schwerere Product ist resp. den niedrigeren oder höheren Siedepunkt hat, an das Gasolin an und sind auch etwaige Beimischungen in gleicher Weise zu erkennen.

Sämmtliche werden zum Carburiren geringwerthiger Leuchtgase benutzt oder dienen auch in eigens construirten Lampen als Leuchtmaterial.

Die „**C**" Naphta findet hauptsächlich zur Extraction der Fette und Oele aus Samen und Früchten, sowie zum Entfetten der Wolle etc. Anwendung, hat auch einen geringen medicinischen äusserlichen Gebrauch und dient bei analytisch-chemischen Arbeiten zur Ermittlung fremder Bitterstoffe im Biere, zur Trennung von Alcaloiden (Chinin, Strychnin, Brucin, Papaverin, Veratrin etc. sind darin löslich) und von Harzen etc. Die „**B**" Naphta ist ein ausgezeichnetes Fleckreinigungsmittel und wird wie die „**A**" Naphta zur Fabrikation von Wachstuch, Patentleder, Firnissen und Lacken genommen, dient aber auch als Reinigungsmittel von Maschinentheilen und zur Verdünnung von sogenannten „angeriebenen" Oelfarben.

Die russischen Leichtöle, welche ein Gemisch von Olefinen und Hydrobenzolen mit wenig Paraffinen sind, kommen, weil der Ausdruck „Naphta" schon für das Rohöl dient, meist nur unter zwei Bezeichnungen in den Handel als:

1. **Benzin** mit einem specifischen Gewichte von 0,680 bis 0,740 und einem Siedepunkte von 60—100° C.;

Das in Russland officinelle Benzin (Landesproduct) hat nur ein spec. Gew. von 0,680—0,700 und einen Siedepunkt von 60—80° C.

2. **Gasolin**, spec. Gw. = 0,740—0,780, Siedep. 100—140° C. Statt die Bezeichnungen umgekehrt zu wählen, wird hier der Wirrwar noch vermehrt.

---

5. Verarbeitung der Rückstände von der Kerosendestillation, sogenannte „Naphtarückstände, Petroleumtheer“: Paraffinöl, Schmieröl, Vaseline etc.

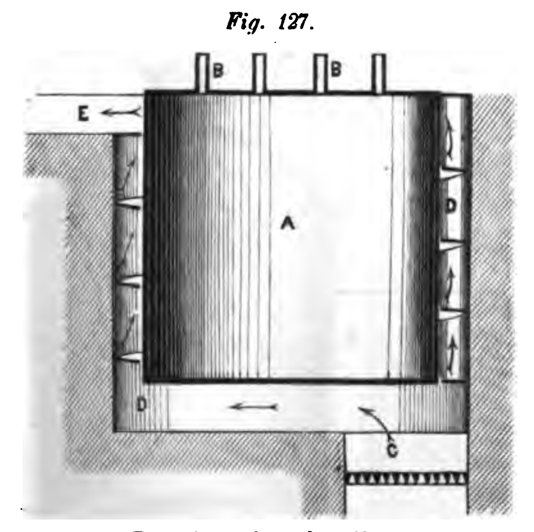
Die Naphtarückstände — **Residuen, Masut, Astatki** — hatten in früherer Zeit so gut wie gar keinen Werth und unterschied man im Ganzen nur 3 Arten Schmieröle. Wurde das rohe Erdöl bei der ersten Destillation soweit verarbeitet, dass statt Kohle oder Pech eine halbflüssige theerartige Masse zurückblieb, so wurde dieser Stoff als ordinäres Schmiermittel für Wagenaxen u. dergl. ohne Weiteres gebraucht; wurde von dem Rohöle nur das Kerosen abdestillirt, so war der Rückstand ein flüssiges besseres Schmieröl von 0,830—0,900 spec. Gew.; endlich wurde das reinste und feinste Schmieröl erhalten, dass nicht der Rückstand direct zum Schmieröl genommen, sondern ein Destillat dargestellt wurde und zwar wurde derjenige Theil aufgefangen, welcher nach der Abscheidung des Kerosen bis zu dem Punkte übergeht, wo der Rückstand in der Blase die Consistenz des Pechs angenommen hat.

Zur Destillation der Rückstände werden dann häufig ganz gleich construirte Destillatoren verwendet, wie zur Destillation des Petroleum, nur mit dem Unterschiede, dass dieselben wegen der anzuwendenden Hitze und des grösseren Druckes bedeutend kleiner hergestellt sind. Die einfachste Form war — wie in Fig. 127 dargestellt — ein aufrechtstehender Cylinderkessel *A* mit 4 Abzugsröhren *B*. Die Feuerung befindet sich bei *C*, von wo aus die Flamme zuerst den Boden des Kessels bestreicht und dann durch die schraubenförmig um den Kessel angelegten Feuerzüge *D* geht und bei *E* in eine Esse entweicht. Zur Kühlung dienen einfache Schlangenrohrkühler.

Verbreiteter ist nachstehender Naphtarückstand-Destillator — Fig. 128 — mit Einmauerung — Fig. 129 —.

Der Destillationsapparat besteht aus einem aus 1 Cm. starkem Eisenbleche gefertigten aufrechtstehenden Cylinder *A*, welcher mit Nuten an dem gusseisernen, etwas nach aufwärts gewölbten, 4 Cm. dicken Boden *B* befestigt ist und an welchen der domartige, ebenfalls aus gleich starkem Gusseisen hergestellten

Fig. 127.



Petroleumtheerdestillator.

A Cylinder. *B* Dampfableitungen. *C* Feuerung. *D* Feuerzüge. *E* Rauchabzug.

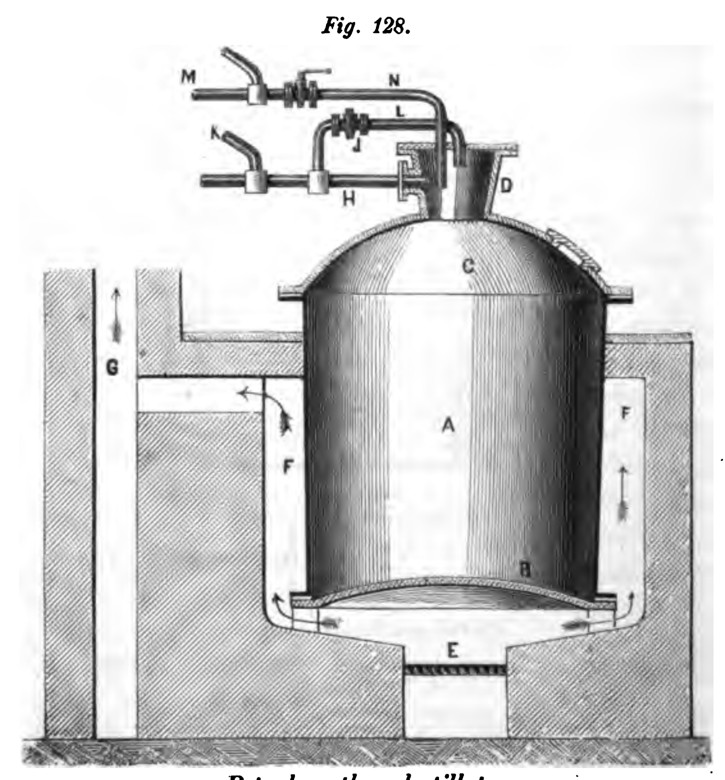
Deckel *C*, der einen conischen Aufsatz *D* hat, aufgeschraubt werden kann.

Vom Feuerherde *E* geht das Feuer durch 8 Feuerzüge *F* zwischen den Kesselstützen durch und umgiebt den Cylinder bis zu 1,25 Meter Höhe, um durch den Schornstein *G* zu entweichen.

Zwei kleine Thüren *R* — Fig. 129 — haben sich vortheilhaft bewährt 1. zur Regulirung des Feuers und 2. um es zu ermöglichen, den Cylinder nach der Destillation möglichst rasch abzukühlen. Von *a* bis *d* ist das Mauerwerk in einer Höhe von 1,25 Cm. mit einem Eisenmantel umgeben, welcher von ersterem

30 Cm. entfernt ist. Um etwa entstandenes Feuer möglichst schnell zu löschen, münden in den abgeschlossenen Raum, in dem immer 2 Destillirkessel stehen, zwei Dampfröhren von je 5 Cm. Durchmesser. Durch den ausströmenden Dampf wird der Brand sofort gestickt. Von dort an, wo die gemauerte Hülle des

Fig. 128.



Petroleumtheerdestillator.

A Cylinder. *B* Boden. *C* Deckel. *D* Conischer Aufsatz. *E* Feuerung. *F* Feuerzüge. *G* Schornstein. *H* Destillationsrohr. *J* Dampfhahn. *K* Abzweigrohr. *L* Dampfrohr. *M* Füllröhren. *N* Füllrohr. *O* Hahn.

Destillators aufhört, ist der Feuerungsraum mit einer starken Deckplatte aus 2 Cm. starkem Gusseisen abgeschlossen.

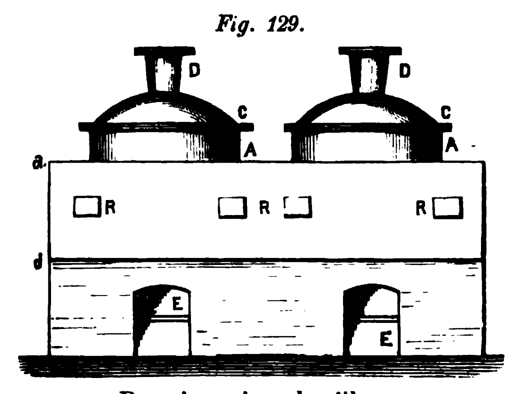
Die Cylinder haben einen Fassungsraum von 2000 bis 2600 Liter und werden durch das Rohr *N* — Fig. 128 —, welches einen Hahn und die beiden Rohrzweige *M* trägt, gefüllt.

Die nach der Feuerung sich entwickelnden Dämpfe ent-

weichen bei dem Destillationsrohr *H* in den Condensator — Fig. 130 —, dessen Construction sich nach früheren Beschreibungen und den angeführten Buchstabenbezeichnungen von selbst ergiebt.

Die erhaltenen Producte eignen sich nur für schwere Maschinentheile, welche sich mit einer mässigen Geschwindigkeit bewegen und war für Spindeln an den Spinnstühlen unbrauchbar, weil vermöge der grossen Geschwindigkeit und dabei auftretenden Erhitzung sich Dämpfe entwickelten, welche die Augen der Arbeiter reizten.

Fig. 129.



Petroleumtheerdestillator.

A Cylinder. *C* Deckel. *D* Conischer Aufsatz. *E* Feuerung. *R* Regulirthüren. *a, d* Eisenplatte.

Empirisch wurde gefunden, dass sich ein besseres Oel erzielen lässt und dass die Destillation besser eingeleitet wird, wenn man nach dem Erwärmen zu den Rückständen wieder einen entsprechenden Theil Rohöl setzt und zwar circa zehn Procent, zum Einlassen dieses dient das obere Zweigrohr *M* — Fig. 128 —.

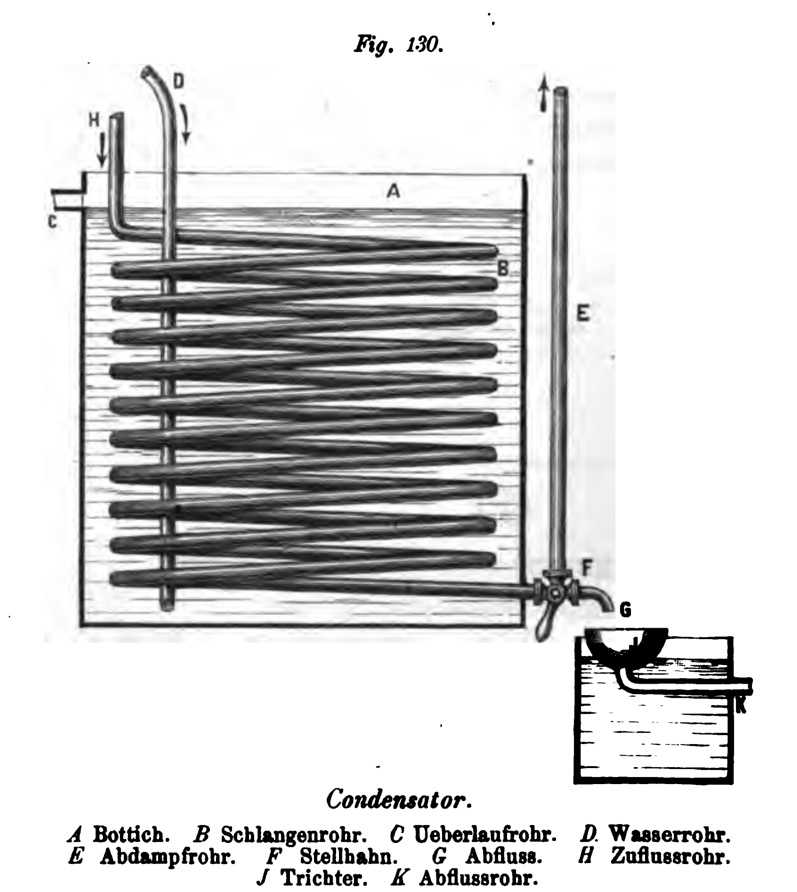
Selbstverständlich werden bei der Destillation wieder alle jene Producte wie bei der Verarbeitung des Rohöles erhalten, nur ist die Eintheilung der Producte nach dem Zwecke ihrer Verwendung und nach ihren Dichtegraden eine andere.

So wird das Destillat bis zu 58° B. Benzin genannt, von 58—16° B. Paraffinöl oder Schmieröl, welches letztere wieder

zerfällt in leichtes Schmieröl von 58—33° B. und schweres von 33—16° B.

Trotz der obigen lange bekannten Anwendung des Zusatzes von Erdöl zur leichteren Entfernung der schwer siedenden Oele bei der Destillation der Kerosenrückstände ist dennoch 1884

Fig. 130.



Condensator.

A Bottich. *B* Schlangenrohr. *C* Ueberlaufrohr. *D.* Wasserrohr. *E* Abdampfrohr. *F* Stellhahn. *G* Abfluss. *H* Zuflussrohr. *J* Trichter. *K* Abflussrohr.

Roth & Parrisius ein Patent — D. R. P. No. 31687 — ertheilt worden, um bei der Gewinnung von Schmier- und Einfettungölen durch Destillation von Erdölen etc. die Zersetzung derselben zu hindern und zwar sollen die schwersiedenden Oele durch die unter 300° C. siedenden Bestandtheile der Mineralöle übergetrieben werden. Die hochsiedenden Kohlenwasserstoffe

werden zu diesem Zwecke in einen Kessel gebracht, welcher etwa zur Hälfte damit gefüllt wird. Nachdem der Kesselinhalt durch Erhitzen eine Temperatur von etwa 300° C. erreicht hat, lässt man Erdöl oder Benzin, welches in Windungen nahe am Kesselboden sich hinzieht und an der dem letzteren zugekehrten Seite mit Austrittsöffnungen für das Erdöl oder Benzin versehen ist. Die Dämpfe aus denselben reissen nun die schwerflüchtigen Kohlenwasserstoffe mit hinüber, ohne indessen die harzigen oder asphaltähnlichen Producte mit sich zu führen. Behufs Trennung der schwerflüchtigen Oele vom leichtflüchtigen Erdöl oder Benzin kann man am Dome des Kessels in bekannter Weise Abzugsrohre in verschiedener Höhe anbringen. Die leichtflüchtigen Bestandtheile entweichen an den höchsten, die schwerflüchtigen an den niedrigsten Stellen. Will man dies nicht in Anwendung bringen, so fängt man das gesammte Destillat in einem besonderen Kessel auf und erhitzt dasselbe in diesem auf etwa 300° C. Die leichtflüchtigen Bestandtheile entweichen dann, während das schwerflüchtige Schmieröl zurückbleibt.

Die Destillation über freiem Feuer ist unvortheilhaft, einestheils entwickeln sich durch die hohe Temperatur zu viel Gase, die schweren Oeldämpfe können trotz obiger Manipulationen nicht schnell genug aus dem Destillator entweichen. Der noch bleibende Destillationsrückstand, das **Petroleumpech**, welches beim Erkalten fest wird, stellt eine glänzende schwarze Masse von feinem Gefüge, Muschelbruch dar- und wird wie Asphalt zu Pflasterungen und Dachpappen etc. verwendet.

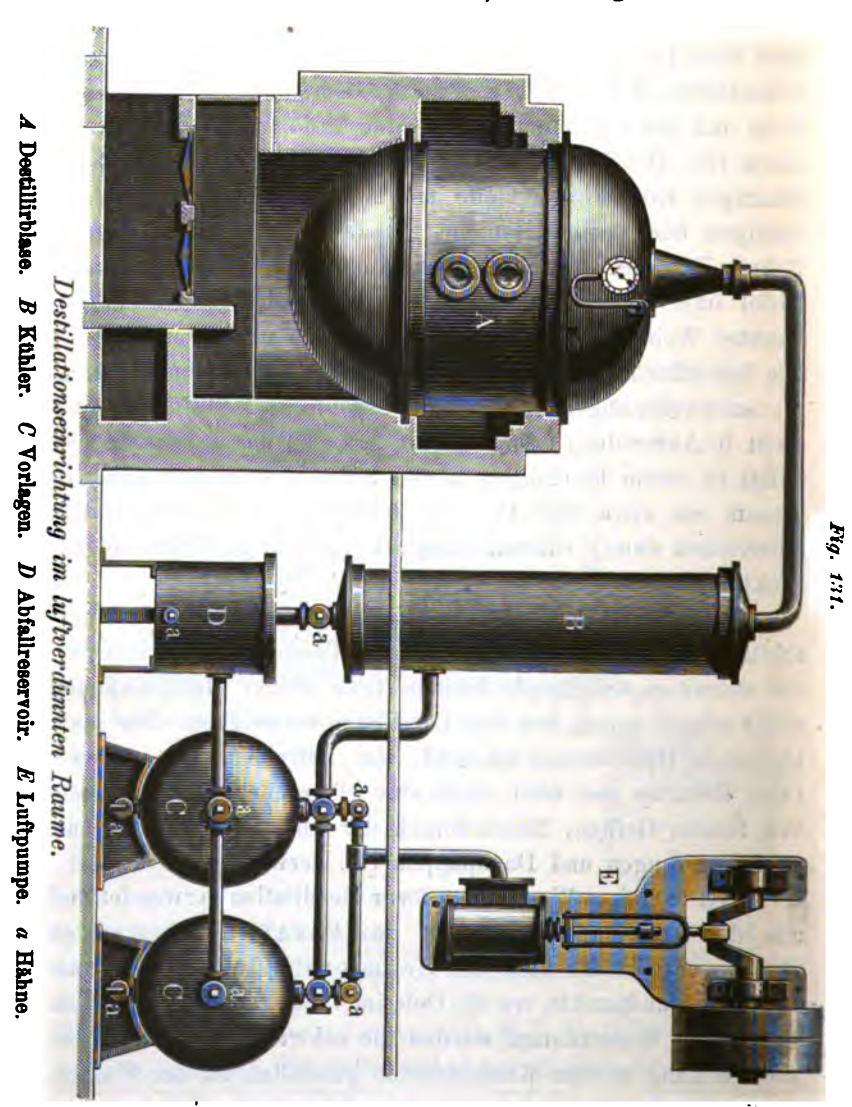
Erst nachdem Wasserdampf zur Destillation verwendet und aus den amerikanischen Oelen das Paraffin abgeschieden wurde, entwickelte sich die Schmierölindustrie bis zum heutigen Standpunkte, wo die Oele im Vacuum destillirt werden.

Durch Wasserdampf werden die schweren Oeldämpfe vor Ueberhitzung an den Kesselwänden geschützt, da der Wasserdampf die Oelpartikelchen einschliesst und mit sich fortreisst.

Der Wasserdampf ist natürlich nur im überhitzten Zustande zu gebrauchen und hat in diesem Stadium ausser dem schon angeführten Grunde noch mannigfachen Zweck: 1. durch

die schnelle Fortführung der Oeldämpfe wird die Zeitdauer der Destillation erheblich verkürzt, 2. ist zugleich eine bes-

Fig. 131.



Destillationseinrichtung im luftverdünnten Raume.

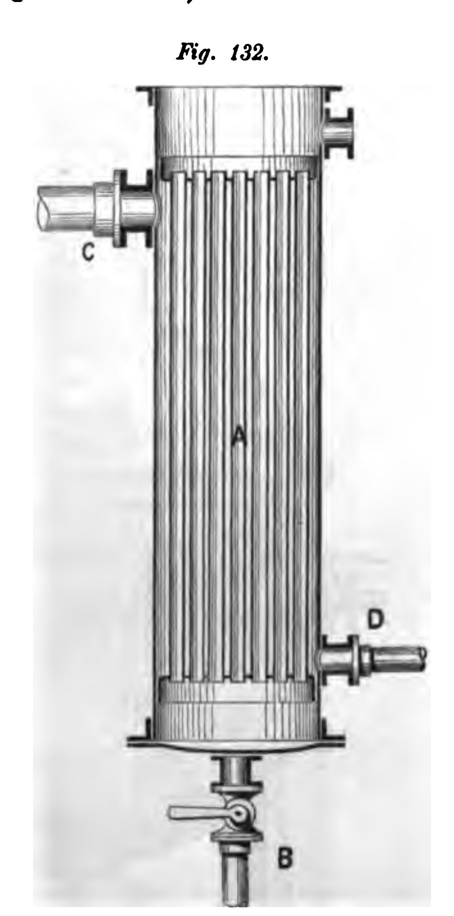
A Destillirblase. **B** Kühler. **C** Vorlagen. **D** Abfallreservoir. **E** Luftpumpe. **a** Hähne.

sere Trennung in Schmieröle mit verschiedenen Eigenschaften möglich; ferner wird bei seiner Anwendung ein Verstopfen der Kühlröhren weniger eintreten können und endlich wird

das Ansetzen von harten Krusten an dem Boden der Destillatoren erschwert, indem die Temperatur gerade des Bodens verhältnissmässig niedrig gehalten wird, so dass ein Verkoken und Anbrennen des Peches an diesem nicht eintreten kann.

Die Destillationen der Naphtarückstände können im luftverdünnten Raume auch über freiem Feuer vorgenommen werden. Noch besser ist eine Combination d. h. eine Destillation mit überhitzten Dampfe und gleichzeitiger Anwendung eines Luftverdünnungsapparates. Die Einrichtungen sind nun wieder in der mannigfachsten Art und sollen daher nur einige Systeme berücksichtigt werden.

Fig. 132.



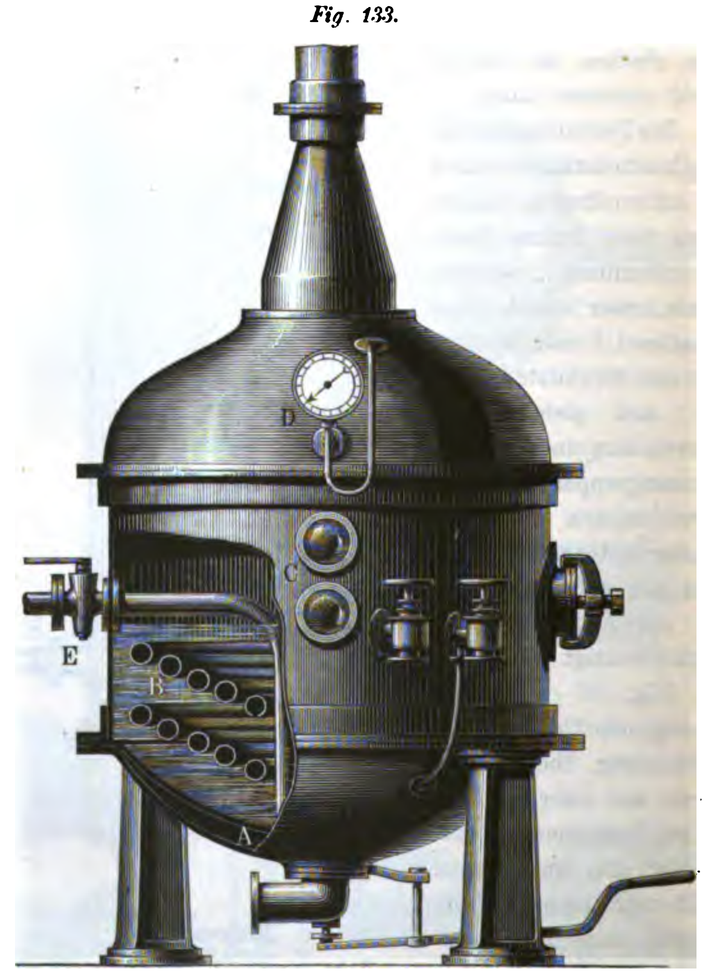
Röhrenkühler.

A Rohrsystem. *B* Kaltwasserzufluss. *C* Dämpfeeintritt. *D* Abfluss der condensirten Flüssigkeit.

Fig. 131 — Seite 606 — zeigt eine Destillationseinrichtung über freiem Feuer mit einer gewöhnlichen Dampfpumpe, entspricht also einer sogen. Kolbenluftpumpe *E*. Die Destillirblase ist mit Manometer und mit Glasaugen versehen, um den Gang der Destillation beobachten zu können. Das Anheizen der Blase geschieht noch unter gewöhnlichem Atmosphärendruck, erst wenn die Destillation beginnt, wird die Luftpumpe in Bewegung gesetzt und diese zieht die Dämpfe zuerst in einen Röhrenkühler *B*,

der ungefähr eine Einrichtung hat, wie in Figur 132 dargestellt, d. h. die Dämpfe treten bei *C* ein, condensiren sich

Fig. 133.



Destillirblase für überhitzten Dampf im luftleeren Raume.
A Doppelboden. *B* Dampfschlange. *C* Glasaugen. *D* Vacuummeter.
E Regulirhahn.

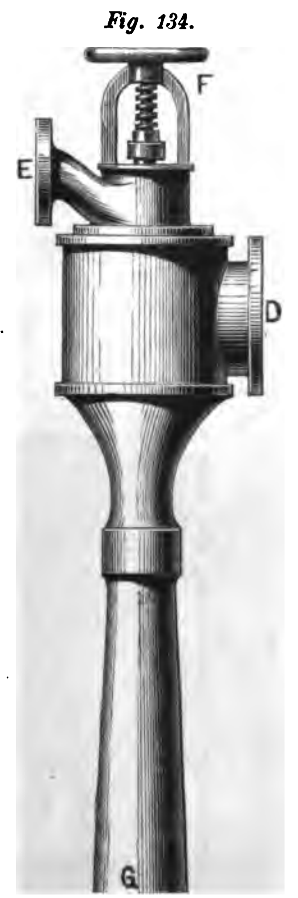
in den Röhren *A* und die gebildete Flüssigkeit fliesst bei *D* ab. Das Kühlwasser fliesst bei *B* zu, umfliesst die Röhren *A* und wird oben abgeleitet. Aus dem Kühler *B* — Fig. 131 —

wird das Destillat je nach der Beschaffenheit durch Hahnstellung *a* in die Reservoire *C* geleitet, von wo aus die Oele wieder durch die unteren Hähne *a* abgelassen werden können.

Zu den angeführten Luftpumpen und Kühleinrichtungen ist aber auch eine Destillationsblase mit überhitztem Dampf — Fig. 133, Seite 608 — anzuwenden und hat die Destillirblase zur Dampfheizung einen Doppelboden *A* und noch Dampfschlange *B*. Der Helm ist wie bei dem vorher abgebildeten Apparate abzunehmen und ist auf demselben der Vacuummeter angebracht. Durch die Glasaugen *C* ist der Gang zu beobachten und kann die Temperatur an einem daneben angebrachten Thermometer abgelesen werden. Der Regulirhahn *E* hat den Zweck, genau so viel Flüssigkeit wie verdampft in die Blase zu leiten, wenn es sich anfänglich um eine continuirliche Destillation der leichteren Schmieröle und nicht um eine Fractionirung handelt; im letzteren Falle sind an den Condensatoren Einrichtungen getroffen, um Proben entnehmen zu können und je nach der Beschaffenheit in die dafür bestimmten Reservoire leiten zu können.

An Stelle der Luftpumpe ist mit grossem Vortheile der Körting'sche Dampfstrahl-Saugeapparat – Fig. 134 – zu verwenden und findet sich die Einrichtung in Fig. 135 veranschaulicht.

Fig. 134.



Dampfstrahl-Saugeapparat.

D Verbindungsstutzen. *E* Dampfrohr. *F* Regulirspindel. *G* Dampfdurchgang und Dampfaustritt.

Der Dampfstrahl-Saugeapparat — Fig. 134 — wirkt dadurch, dass gespannter Dampf durch ein Dampfrohr in den

Apparat tritt, im Innern eine Reihe conischer Düsen passirt, beim Passiren dieser Düsen die Luft aus dem Gefässe resp. Apparate, mit welchem der Verbindungsstutzen *D* in Verbindung ist, mit grosser Schnelligkeit ansaugt und durch die Oeffnung *G* herausdrückt. In Fig. 135 ist der Verbindungs-

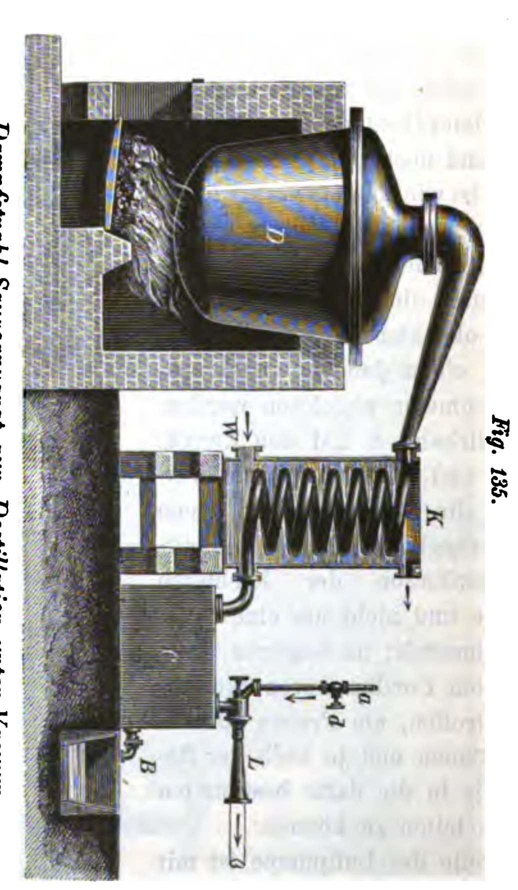


Fig. 135.

Dampfstrahl-Saugeapparat zur Destillation unter Vacuum.

B Ablasshahn. *C* Vorlage. *D* Destillationsblase. *K* Kühlschlange. *L* Luftsaugapparat. *W* Wassereinlauf. *a* Rohr zum Dampfeintritt. *d* Absperrhahn.

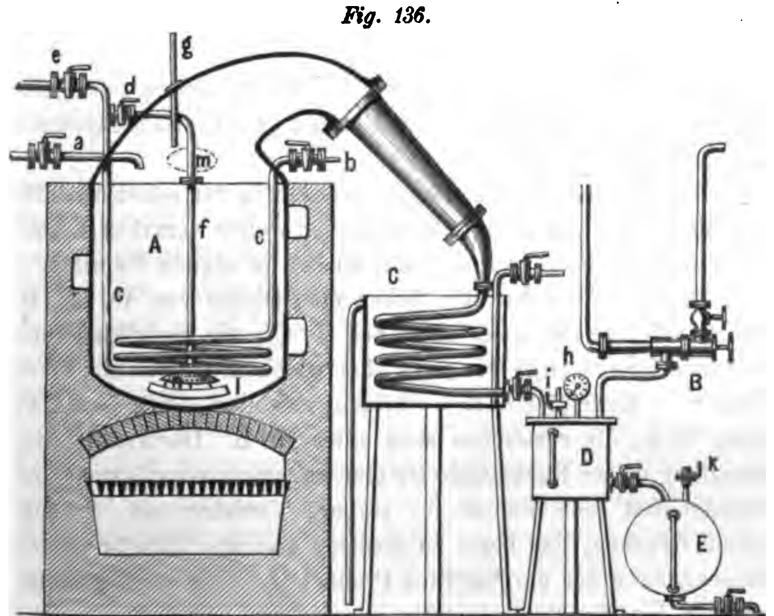
stutzen auf der Vorlage *C* angebracht und ist das Eintreten des Dampfes bei *a* und das Austreten durch die Richtung der Pfeile angezeigt.

Die übrige Einrichtung des Destillators ist für freies Feuer; die herausgesaugten Dämpfe verdichten sich im Kühler *K*, gelangen in die Vorlage *C* und müssen aus dieser von Zeit zu

Zeit abgelassen werden, welcher Zeitpunkt an einem Niveaumesser zu erkennen ist.

Eine Combination von freiem Feuer, überhitztem Dampf und Luftentleerung bietet das System von Krämer & Flammer — Fig. 136 —.

Fig. 136.



Destillirblase für freies Feuer, überhitzten Dampf und Vacuumeinrichtung.

A Destillirkessel. *B* Vacuumapparat. *C* Kühler. *D* Vorlage. *E* Reservoir. *a* Zuflussrohr. *b* Dampfrohrhahn. *c* Schlange. *d*, *e* Hähne. *f* Rohr. *g* Thermometer. *h* Vacuummeter. *i*, *k* Hähne. *l* Behälter für Soda. *m*, *n* Dampfrohr.

Der Destillirkessel *A* wird durch das Zuflussrohr *a* bis zu 5/6 mit Naphtarückständen gefüllt; darauf vermittelst directem Feuer und indirectem Dampfe, welcher bei *b* in die Schlange *c* gelassen, in dieser vermittelst des Hahnes *e* entsprechend gespannt und durch ersteres gleichzeitig überhitzt werden kann, bis etwa auf 175—180° C. erhitzt, dass die Rückstände zu destilliren anfangen; dann wird der Hahn *e*, und langsam und vorsichtig der Hahn *d* geschlossen, so dass der in der Schlange *c* überhitzte Dampf durch das Rohr *f* bei *n* direct in die Rückstände

einströmen kann. Gleichzeitig wird der Vacuumapparat *B* in Bewegung gesetzt und zwar im Anfange, so lange die flüchtigen Oele ablaufen, bis zu einem Vacuum von 30 Cm., sobald aber Schmieröl übergeht, bis zu einem solchen von 60 Cm. Quecksilbersäule, beziehungsweise so hoch, wie man dasselbe schaffen kann; dabei ist, was speciell zu berücksichtigen ist, das Nachfeuern für längere Zeit überflüssig.

Die Dämpfe gelangen durch die Kühlschlange mit Kühlständer *C* in die Vorlage *D*, welche mit dem Luftsaugeapparate in Verbindung steht.

Die Kerosenrückstände werden in den seltensten Fällen direct von den Petroleumraffinerien weiter verarbeitet, sondern meist wie die Naphtaproducte in eignen Fabriken.

Die Kerosenrückstände haben eine Dichte von 40—35° B. = 0,8235—0,8484 spec. Gew. bei 15° C., die amerikanischen vor dem Cracking-Process, bei welchem sich auch „Olefine" — Seite 570—571 — bilden, zuweilen 41° B. = 0,8187 spec. Gew., die russischen stets unter 40° B. Die Art der Behandlung dieser Rückstände ist eine ungemein mannigfache und wendet fast jede Fabrik ihr eigenes Verfahren an, in dem guten Glauben, das beste zu besitzen und die Willkür in den Benennungen der dargestellten Producte ist eine noch grössere als bei den Naphtaproducten.

Abgesehen von der Darstellung des Paraffin aus paraffinhaltigen Rückständen handelt es sich hier nur um die Darstellung guter sogenannter Mineral-Schmieröle und Einfettungsöle und werden dazu hauptsächlich 3 Verfahren benutzt:

I. Die Kerosenrückstände werden von 40—16° B. abdestillirt, die Destillate gemeinsam aufgefangen, darauf mit Schwefelsäure in der bekannten beim Kerosen angegebenen Weise behandelt, gut ausgewaschen und dann über Natronlauge einer fractionirten Destillation unterworfen. Das Gesammtdestillat von 40—16° B. hat durchschnittlich ein specifisches Gewicht von 0,900—0,920.

II. Die Kerosenrückstände werden bis 16° B. direct mit Natronlauge, kohlensaures Natron — Soda — oder an der Luft zerfallenem gebranntem Kalke fractionirt-destillirt und die ein-

zelnen Producte keiner weiteren Behandlung mit Säure unterworfen.

III. Die Kerosenrückstände werden von Anfang an fractionirt destillirt und die einzelnen Destillate einer Reinigung mit Schwefelsäure und Natronlauge unterworfen, oder nach der Reinigung mit Schwefelsäure noch einer Destillation mit Natronlauge, Soda oder zerfallenem gebranntem Kalke unterworfen.

Bei allen drei Verfahrungsweisen, wenngleich auch I und III ziemlich übereinstimmen, werden andere Producte erhalten und die Zahl dieser Producte lässt sich in das Unendliche steigern, wenn immer andere Verhältnisse in den specifischen Gewichten der Fractionen genommen werden und wenn Mischungen von leichteren Oelen mit schwereren Oelen stattfinden. Die Leitung der Destillation, ebenso der Gang werden aus dem Vorhergehenden als bekannt vorausgesetzt. Da die Rückstände von den verschiedenen Oelen auch andere Beschaffenheiten haben, so lässt sich für die Reinigung keine bestimmte Norm angeben, die Behandlung mit Schwefelsäure ist die leichteste Manipulation, bedeutend mehr Aufmerksamkeit und Erfahrung erfordert das richtige Mengen- und Mischungsverhältniss von Natronlauge mit den schweren Oelen, erstere wird gewöhnlich einer Concentration von 33—30° B. angewendet und muss durch Vorversuche das Verhältniss festgestellt werden, da ein Ueberschuss trübe Oele liefert, die selbst bei mehrmaligem Waschen mit heissem Wasser so leicht nicht wieder klar werden; ein zu grosser Alkalizusatz verursacht selbst vollständige Emulsionen, da eigenartige Natronverbindungen, gelatineuse Massen (fälschlich „Verseifungen“ genannt) sich bilden, welche bei der Klärung in dem Oele suspendirt bleiben und nur sehr schwierig durch Waschen mit heissem Wasser entfernt werden können. Geschieht die Entfernung dieser Verbindungen nicht, so sind diese die Ursache, dass einige dem Aussehen nach klare Mineralöle nach längerer Zeit gelatiniren. Das Waschen der Oele sowohl nach der Behandlung mit Schwefelsäure als auch Natronlauge muss stets mit Wasser von 30—40° C. vorgenommen werden und nach dem Hauptabsetzen des Wassers im Laugemischer wird das Oel zur vollständigen Klärung in flache Klär-

bassins gebracht, die einer erhöhten Lufttemperatur ausgesetzt werden können, wodurch sich das Wasser vollständig von dem Oele trennt und letzteres „glanzhell“, „blank“ wird.

Nach der Reinigung des Gesammtdestillates mit Schwefelsäure geht bei der fractionirten Destillation immer noch ein leichtes Oel über, welches als „Leuchtöl“ — **Heavy burning oil** —, „Solaröl“ zu verwerthen ist.

Die nachfolgenden Producte bilden die verschiedensten Schmieröle für die mannigfachsten Maschinengetriebe und auch Oele zum Einfetten der Wollen, selbst zum Füllen von Schmierseifen, da einzelne schwere Mineralöle, wie soeben erwähnt, die Fähigkeit des Emulgirens und Gelatinirens mit Natronlauge haben.

Von den einzelnen Fractionen werden hauptsächlich unterschieden:

			spec. Gew.
1.	**Leichte Spindelöle**, Light spindle oils	bis 30° B.	= 0,875
2.	**Schwere Spindelöle**, Heavy spindle oils	„ 25° „	= 0,900
3.	{**Cylinderöle**, Cylinder oils	„ 20° „	= 0,933
4.	{**Walzenöle**, Engine oils .	22—18° B.	= 0,920—0,945

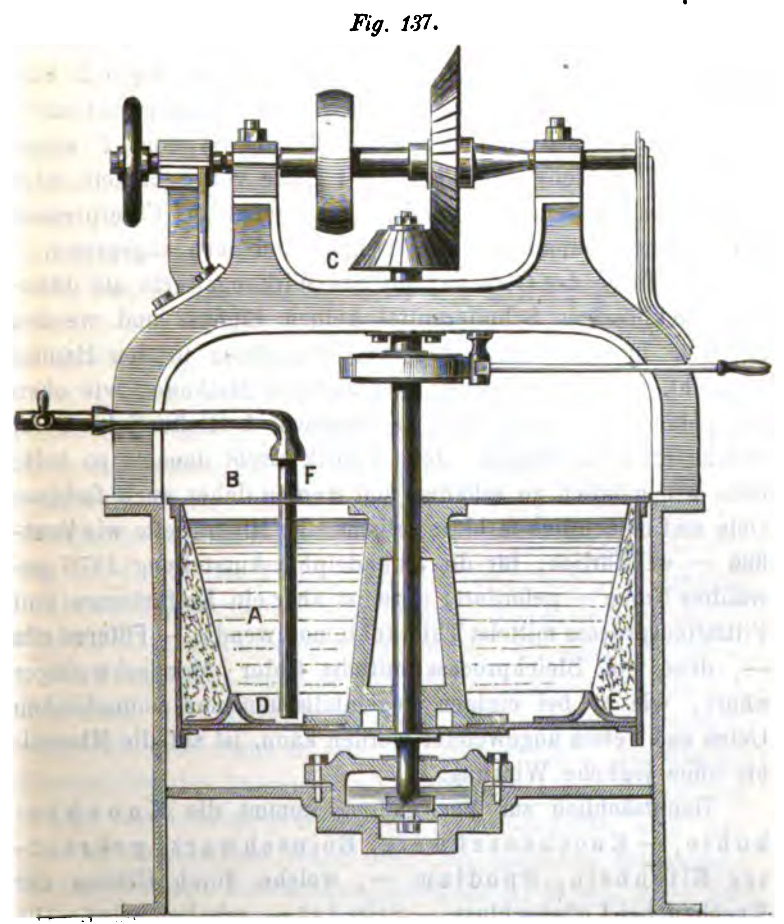
In diesen Grenzen bewegt sich die Unzahl von Schmierölen, welche im Handel vorkommen. Es kann aber nicht die Aufgabe einer Technologie sein, die sämmtlichen Handelsproducte zu besprechen, dieselbe hat nur den Zweck als Wegweiser zu dienen. Das Wissenswerthe über die Mineralschmieröle wird gleichzeitig mit den animalischen und vegetabilischen Oelen in einem späteren Kapitel behandelt. Immerhin möge noch eine kleine Blumenlese von Namen folgen; die Namen machen es aber noch nicht allein, sondern es sind wieder noch Unterabtheilungen von I, II etc. oder 0, 00; A, AA etc.

Naphtoline	**Colzineöl**	**Belmontinöl**
Oleonaphta	**Mineral-Colza**	**Paraffinöl**
Ragosine	**Olivineöl**	**Cosmoline**
Bakusine	**Albionöl**	**Saxoline**
Valvoline	**Vulcanöl** *	**Petroline**
Lardine	**Valveöl**	**Mineraltalg**
Phoenix oil	**Globe oil**	**Sebonaphta**
Bloomless oil	**Möhringsöl**	**Car oil** etc.

* Unter Vulcanöl kommt auch ein Gemisch von Mineralöl mit pflanzlichen und thierischen Oelen im Handel vor.

Die Firma **Alexander André fils** Paris hat sich ein Verfahren patentiren lassen, die Kerosenrückstände ohne Destillation nur durch Centrifugiren in geschlossenen Trommeln

Fig. 137.



Centrifuge zum Trennen der Naphtarückstände.
A Korb. *B* Deckel. *C* Triebwerk. *D, E* Ränder. *F* Syphon.

zu trennen und sollen ungefähr 80 % der Rückstände an Schmiermitteln gewonnen werden. Die Behandlung der Kerosenrückstände mit 10—25 % Schwefelsäure wird in gewöhnlicher Weise ausgeführt, nach dem Waschen und vollständigen Absetzen des Oeles kommt dieses in eine Centrifuge, wie in

Fig. 137 dargestellt. Die Centrifuge hat einen Korb *A* mit vollen Wänden und diesen schliesst Deckel *B* hermetisch ab. Wird dieser Korb rasch durch das Triebwerk *C* gedreht, so sammeln sich die schweren Bestandtheile des Oeles rings an den Wänden von *A* an, das leichtere Oel bleibt in der Mitte. Rand *D* beschleunigt die Bewegung gegen die Korbwand, Rand *E* hält die Bestandtheile an der Wand zurück. Nach beendigtem Centrifugiren wird das leichte Oel mit Hülfe des Syphons *F* abgezogen und die schweren Theile mit Hülfe von Schaufeln oder durch Pumpen herausgenommen, auch wohl auf Filterpressen das in ihnen enthaltene dünnflüssigere Oel noch abgepresst.

Die Farbe der Oele hat auf den Wirkungswerth als dünn- oder dickflüssiges Schmiermittel keinen Einfluss und werden die Oele in den verschiedensten Farbentönen in den Handel gebracht. Nach der einen oder anderen Methode, wie oben angegeben, behandelt, sind es höchstens hellbräunliche Oele, welche erhalten werden. Jede Fabrik strebt danach, so helle Oele wie möglich zu erhalten und werden daher auch farblose Oele und namentlich farblose salbenartige Mineralfette wie **Vaseline** — willkürlich, für die Philadelphia-Ausstellung 1876 gewählter Name — gefordert; dazu ist aber ein Entfärbungs- und Filtrationsprocess mittelst Thierkohle nothwendig — **Filtered oils** —, denn ein Bleichprocess mittelst Chlor oder schwefliger Säure, wie er bei einigen vegetabilischen und animalischen Oelen und Fetten angewendet werden kann, ist auf die Mineralöle ohne jegliche Wirkung.

Hauptsächlich zur Verwendung kommt die Knochenkohle, — Knochenschwarz, Beinschwarz, gebranntes Elfenbein, Spodium —, welche durch Glühen der Knochen bei Luftabschluss — Seite 143 — erhalten wird. Die Knochenkohle besteht also aus den unorganischen Bestandtheilen der Knochen — Knochenerde = 76 Theilen phosphorsaurem Kalk, 4 Theilen phosphorsaurer Magnesia, 16 Theilen kohlensaurem Kalk und 4 Theilen anderer Salze wie Fluorcalcium, Chlornatrium, Chlorkalium — mit mehr oder weniger fein vertheilter Kohle gemengt; dieselbe wird vor dem Gebrauche zur Entfernung der letzteren Salze mit Wasser ge-

waschen, häufig auch noch mit Salzsäure gereinigt, gut gewaschen und getrocknet; sie besitzt dann die Eigenschaft zu entfärben und auch Salze aufzunehmen, so dass z. B. Mineralöle vollständig farblos und etwa vorhandene Alcalimengen von der Behandlung mit Natron herrührend aufgenommen werden.

Die Absorptionsfähigkeit ist im Allgemeinen um so grösser, je feiner vertheilt die Knochenkohle ist, sie steigt in dem Maasse, wie ihre Oberfläche vergrössert wird, wenn z. B. 100 Theile fein geriebener Knochenkohle 170 Volumen einer Indigolösung entfärben, entfärbt dasselbe Quantum der Kohle in Linsengrösse nur 130 Volumina, in Kaffeebohnengrösse nur 110 Volumina dieser Lösung; auch noch durch andere Versuche lässt sich nachweisen, dass mit abnehmender Grösse des Korns das Entfärbungsvermögen der Kohle wächst. Wenn trotzdem in der Technik meist nur grobkörnige Kohle verwendet wird, so geschieht dieses, weil die Benutzung von feingepulverter Kohle Uebelstände des Stäubens mit sich führt; namentlich ist es auch schwierig, die feingepulverte Kohle vollständig von Flüssigkeiten zu trennen. Von Einfluss auf die entfärbende Wirkung der Knochenkohle ist auch die Temperatur, bei welcher die Einwirkung stattfindet, eine heisse Flüssigkeit wird rascher entfärbt, als eine kalte, ferner nimmt die Absorptionsfähigkeit ab, wenn die Kohle lange Zeit an der Luft gelegen und aus derselben Gase und Dämpfe aufgenommen hat und besonders nachtheilig wirkt das Liegen an ammoniakalischer Luft. Aus den angeführten Gründen ist stets frisch geglühte Kohle zu verwenden.

Das Entfärbungsvermögen der Knochenkohle wird entweder auf chemischem Wege oder mit optischen Hilfsmitteln bestimmt, letztere Untersuchungsmethode ist bereits Seite 400 bis 402 besprochen, erstere geschieht am besten, dass man Knochenkohle auf eine Lösung von Indigo von bekanntem Gehalte einwirken lässt und die nicht absorbirte Menge des Farbstoffes mit Hülfe einer Lösung von Kaliumpermanganat bestimmt. Die Indigolösung enthält 6 Grm. im Liter, die Chamäleonlösung 1 Grm. im Liter, beide werden aufeinander gestellt, dass ein bestimmter Theil Indigo einem Cubikcentimeter Chamäleonlösung entspricht. 1 Grm. Knochenkohle wird sodann

mit 50 Cc. Indigolösung zum Sieden erhitzt, dann unter öfterem Umschütteln 24 Stunden lang damit in Berührung gelassen, darauf filtrirt und in einem beliebigen Theile des Filtrates der Indigogehalt bestimmt.

Das Absorptionsvermögen der Kohle ist kein unbegrenztes, hat dieselbe daher eine gewisse Menge Farbstoff aufgenommen, so ist sie nicht mehr im Stande, entfärbend zu wirken; ebenso kann sie, wenn sie ein bestimmtes Quantum Salze, also in diesem Falle Natron aufgenommen hat, nicht mehr entfärbend wirken und muss daher wieder belebt werden.

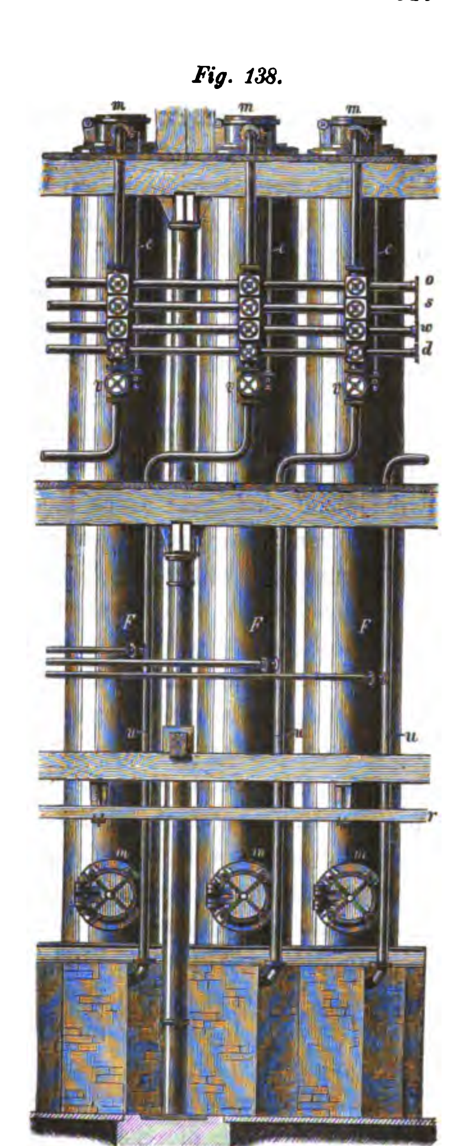
Als Surrogate für Knochenkohle sind die verschiedensten Materialien empfohlen worden, wie die Kohle von bituminösem Schiefer, von Melasse, von Torf. Holzkohle wird mit einer Lösung von phosphorsaurem Kalk in Salzsäure getränkt, so dass 8 Theile Kalk auf 100 Theile Holzkohle kommen und die eingetrocknete Masse geglüht; oder Bimsstein wird mit Blut getränkt, dann getrocknet und geglüht, nach dem Glühen müssen die Salze des Blutes ausgewaschen werden. Als Entfärbungspulver — Bleichpulver — kommen auch die Rückstände von der Darstellung des Blutlaugensalzes vor, oder diese gemischt mit Thierkohle; ferner sogenannte Phosphorkohle als Rückstände von der Phosphorfabrikation und findet namentlich letztere eine vielfache Anwendung. Jedenfalls ist es nothwendig, sich vor dem Gebrauche von den entfärbenden Eigenschaften zu überzeugen und eine unbedingte Nothwendigkeit ist es, dass die betreffenden Substanzen absolut trocken angewendet werden; auch empfiehlt sich stets ein vorheriges Erhitzen auf circa 150° C., bei höherem Erhitzen findet zuweilen je nach der Beschaffenheit des Mittels eine Selbstentzündung statt.

Die primitivste Art, die Oele zu entfärben, ist, dieselben einfach mit der Knochenkohle etc. in einem Kessel, welcher etwas erwärmt werden kann, zusammen zu rühren, und mit der Kohle etc. so lange unter öfterem Umrühren zusammen zu lassen, bis eine herausgenommene Probe die vollständige Entfärbung anzeigt. In einzelnen Fabriken finden sich auch Rührwerke vor, wodurch ein schnelleres Entfärben der Oele bewirkt wird. Das Umständlichste dabei sind die Filtrationen,

welche in gleicher Weise wie beim Paraffin (nächster Abschnitt 6, S. 622) ausgeführt werden können.

Zum Entfärben finden die Knochenkohlenfilter, wie in Figur 138 dargestellt, gleichfalls Anwendung.

Fig. 138.



Knochenkohlenfilter.

F Filter. *d* Dampfrohr. *e* Luftrohr. *m* Mannloch. *o*, *s* Rohr für die zu filtrirenden Oele etc. *u* Uebersteigrohr. *v* Absperrventil. *w* Wasserrohr.

Die Kohlenfilter sind eiserne cylindrische Gefässe *F* mit je 2 Mannlöchern *m*, deren eines oben, das andere unten seitlich angebracht ist. In dem Cylinder resp. Filter befindet sich unter dem oberen und unter dem unteren Mannloch ein Sieb aus Eisenblech, zwischen welche beiden die Knochenkohle resp. Entfärbungspulver kommt. Ein Stutzen für den Eintritt des Oeles ist am oberen Mannloch und ein Stutzen für den Austritt am Boden angebracht; diese Stutzen sind durch Rohre *u* verbunden und durch diese Rohre gehen vier andere horizontale Rohre *o*, *s*, *w*, *d*, welche am Kreuzungspunkte mit Ventilen versehen sind, so dass jedes horizontale

Rohr mit jedem einzelnen verticalen Rohr in Verbindung gebracht werden kann. Ein Ventil *v* sitzt unter den Rohren *o*, *s*, *w*, *d*, und ein Stutzen an jedem Uebersteigrohr *u* bildet den Anhang des Auslaufrohres. Es ist noch zu erwähnen, dass an jedem Uebersteigrohr *u* ein auf der Zeichnung nicht sichtbarer Ablasshahn angebracht ist und dass von jedem oberen Mannloch ein Luftrohr *e* abgeht.

Das Oel wird durch das Rohr *s* herangeleitet, während das Ventil *v* geschlossen ist, es tritt durch den oberen Theil des Rohres *u* in das obere Mannloch, durchfliesst die Knochenkohle etc., steigt durch den unteren Theil *u* auf, findet das Ventil *v* dieses Rohres offen, tritt in das zweite Filter oben ein, durchläuft die Kohle, steigt durch das zugehörige Rohr wieder auf und geht durch das Abgangsrohr ab. Die Mannlöcher dienen zur Beschickung der Filter mit Kohle und zur Entleerung der Filter von Kohle, wenn dieselbe den Wiederbelebungsprocess durchmachen soll. Zu diesem Zwecke ist aber die Kohle schon vorher mit Wasserdampf im Filter behandelt, welcher durch das Rohr *d* eingelassen werden kann.

Meistentheils werden nach der Reinigung und ersten Destillation vor dem Fractioniren die Oele im Kohlenfilter behandelt, weil die Oele dann noch die Consistenz haben, in einem temperirten Raume gut zu filtriren, sollen aber sehr schwere Oele filtriren, so ist um den eigentlichen Filtercylinder noch ein zweiter als Mantel angebracht, so dass zwischen die beiden Dampf zur Erwärmung eingelassen werden kann.

In diesem Abschnitt handelt es sich nur um paraffinfreie oder vom Paraffin befreite Oele und umfassen die gereinigten Producte vom leichten Schmieröle bis zur Vaseline die Kohlenwasserstoffe von C_{11}—C_{28}, abgesehen von den auch vorkommenden Hydrobenzolen — Seite 242 und 260 —. Wie bereits erwähnt, werden die Schmieröle in einem besonderen Kapitel behandelt, hier kommen nur die entfärbten Producte von Salben- resp. Schweinefettconsistenz, die sogenannten **Vaseline** in Betracht, welche zuerst 1875 von Mr. R. A. Cheesebrough von der Cheesebrough Manufacturing Company, New-York, Brooklyn, in den Handel eingeführt wurden.

Die **Petroleumgallerte, Petroleum jelly, Petroline, Vaseline, Weichparaffin, Kolloidparaffin** wird theils in gelblicher Farbe (halb gereinigt), theils vollständig weiss in den Handel gebracht und ist in dünnen Schichten durchscheinend; sie wird wegen der Geruch- und Geschmacklosigkeit und milden Beschaffenheit, sowie durch die Eigenschaft, nicht ranzig zu werden, häufig in Apotheken an Stelle von Schweinefett zu Salben benutzt, dient auch sonst als Cosmeticum. Die Mineralfette haben alle die missliche Eigenschaft, von der Haut nicht absorbirt zu werden und deshalb werden diese wohl zu diesem Zwecke sehr bald aus den Apotheken und vom Toilettentisch wieder verschwinden, wenn nicht im letzteren Falle eine Eigenschaft der Vaseline mitsprechen sollte, nämlich die Kraft, Riechstoffe aufzunehmen und unverändert zu erhalten, was bei thierischen Fetten je nach der vorgeschrittenen Zersetzung nicht der Fall ist.

Die Consistenz der verschiedenen Handelssorten schwankt vom Gänsefett bis zur Butter bei gewöhnlicher Temperatur, ebenso schwankend ist der Schmelzpunkt von 30—45° C. und das specifische Gewicht von 0,850—0,895 und mehr bei 15° C.; in Nordamerika wird das festere Product hauptsächlich **Cosmoline** genannt. Häufig finden zur Verstärkung der Consistenz Zusätze von Paraffin, Ceresin, Walrat statt. Die Vaseline ist in Wasser und Glycerin unlöslich, letzteres lässt sich aber, wenn nicht verdünnt, unter Umrühren damit mischen; von ersterem werden bis 0,5 % aufgenommen; in 90 % Weingeist ist sie sehr wenig, aber in 150 Theilen absolutem Alcohol löslich. In Aether und Chloroform ist sie mehr oder weniger, leichter in Benzol und Benzin und am leichtesten in Schwefelkohlenstoff löslich. Mit ätherischen und fetten Oelen ist sie in jedem Verhältnisse mischbar. Vaseline löst Brom und Jod bei gewöhnlicher Temperatur, Schwefel erst bei 120—130° C., Phosphor bei gelinder Wärme in äusserst geringen Mengen.

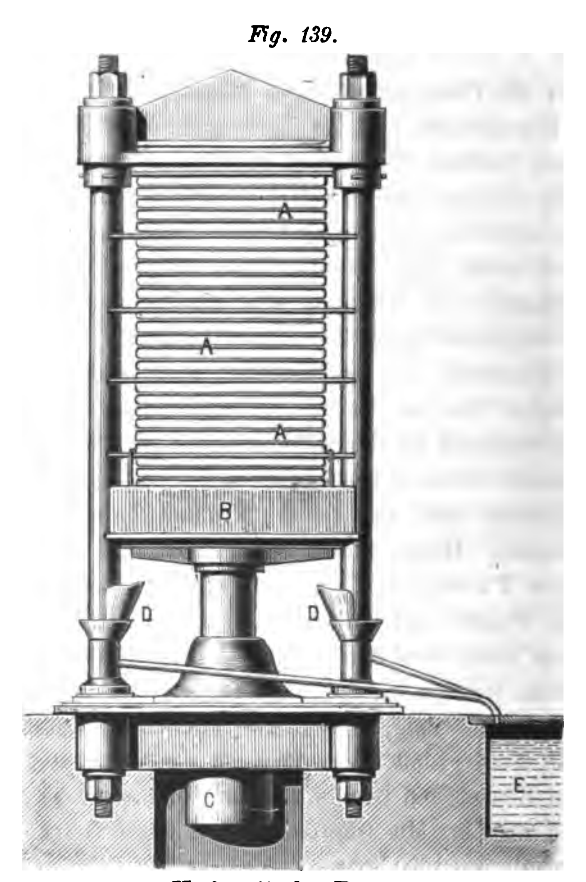
Wird Vaseline längere Zeit (15 Stunden) auf 110° C. erhitzt, so absorbirt sie Sauerstoff und nimmt in Folge dessen sauren Geruch und saure Reaction an.

---

6. Gewinnung des Paraffin aus den schweren Erdölen.

Um das **Paraffin, Petroleumwachs** (in England aus **Birmaöl** — Ragoontheer — dargestellt, **Belmontin** genannt) aus schweren Oelen oder Schmierölen zu gewinnen, werden nach der Rei-

Fig. 139.



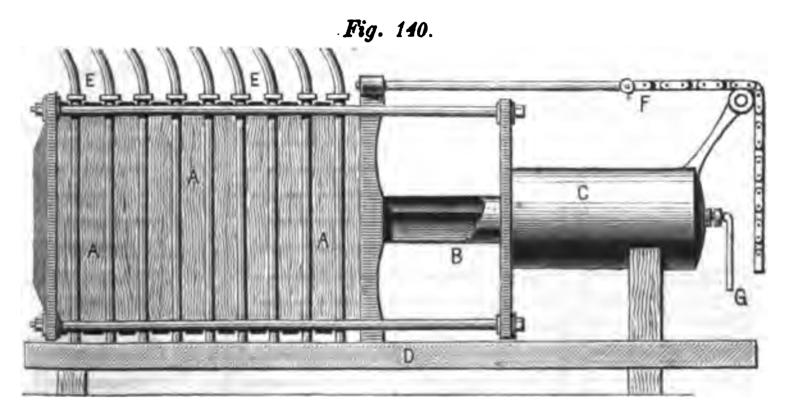
Hydraulische Presse.

A Presspackete. *B* Pressplatte. *C* Presscylinder. *D* Sammeltrichter. *E* Sammelbehälter.

nigung mit Schwefelsäure bei der Destillation erst die Destillate aufgefangen und verarbeitet, welche bei starker Abkühlung zu erstarren beginnen, dann werden diese Destillate in Kübel abgezogen und in ein Eishaus gestellt, in welchem sie mit Eis und

zuweilen gleichzeitig Salz umgeben circa 10 Tage bleiben, um das im Oele enthaltene Paraffin fest werden zu lassen, d. h. damit es in grossen glänzenden Blättern auskrystallisirt und dies kann nur durch allmähliche nicht plötzliche Abkühlung geschehen. Nachdem die Temperatur während dieser 10 Tage — 3—1° C. = 26—30° F. nicht überschritten hat, wird die gefrorene Masse zu Packeten geformt, in grobe Leinwand, wollene Tücher etc. geschlagen und darauf mittelst hydraulischer Pressen kalt gepresst. Zum kalten Pressen dient eine gewöhnlich hydraulische Presse, wie Fig. 139 zeigt.

Fig. 140.



Liegende hydraulische Presse mit erwärmbaren Pressplatten.
A Presspackete. *B* Presskolben. *C* Presscylinder. *D* Sammelbehälter. *E* Dampfröhren. *F* Zugkette. *G* Presswasserabschluss.

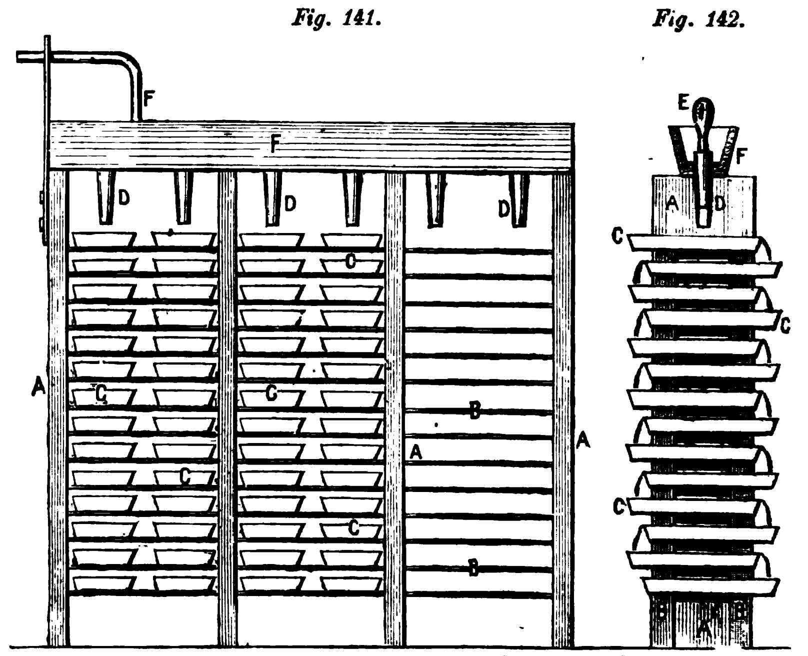
Zwei gleich grosse Presspackete *A* werden auf die Pressplatte *B* gelegt, darüber eine Zink- oder Eisenplatte und so abwechselnd mit je zwei Packeten und einer Platte die Presse bepackt. Darauf erfolgt ein langsamer, allmählich verstärkter Druck, damit alles Oel zwischen den Krystallblättchen abfliessen kann, und dieses fliesst dann durch die Sammeltrichter *D* nach dem Sammelbecken *E*; das abfliessende Oel ist als **Paraffinöl, Belmontinöl, Schmieröl** Handelsartikel.

Die aus den Presstüchern genommenen Kuchen müssen sortirt und die noch nicht vollständig entölten, was an der Farbe zu erkennen ist, noch einmal kalt gepresst werden; oder es werden sämmtliche Packete noch einmal in im letz-

teren Falle liegenden hydraulischen Pressen gepresst, deren Pressplatten zu erwärmen sind, wie in Fig. 140 dargestellt. Es sind bei diesen die Pressplatten mit Dampf oder heissem Wasser zu erwärmen und ist die Temperatur am besten zu reguliren und eine von 35—40° C. am geeignetsten.

In dem Presstrog befinden sich 24—36 verticale eiserne

Fig. 141. *Fig. 142.*



Binet's Gestell zum Erstarrenlassen der Paraffinmischung.
A Holzgestell. *B* Eisenstäbe. *C* Blechformen. *D* Trichter zum Einlaufen der flüssigen Mischung. *E* Holzzapfen. *F* Zuleitung.

Pressplatten, welche innen hohl sind, mit den Dampfröhren *E* durch Spritzen- oder Kautschukschläuche in Verbindung stehen und von einem höher gelegenen Rohre gespeist werden.

Zwischen diese Pressplatten kommen die Presspackete *A* und werden von dem Presskolben *B* mit dem beweglichen Pressdeckel gegen die Widerlager mit einem Drucke von 250000 Kilogramm gepresst. Sobald die Pressung vollendet und der hydraulische Kolben zurückgegangen ist, zieht ein Gewicht an der über eine Rolle gehenden Zugkette *F* den vor-

geschobenen beweglichen Pressdeckel wieder zurück, die Presspackete werden herausgenommen, die Presskuchen aus den Presstüchern gewickelt. Die Presskuchen umgeschmolzen und die geschmolzene Masse in Blöcke gegossen, liefern als Handelswaare das **Rohparaffin** von gelblicher Farbe, seiner weicheren Consistenz wegen auch **Paraffinbutter** genannt. Zur Erzielung eines harten Paraffin müssen die letzten Oelantheile entfernt werden und wird daher das Pressparaffin den nachfolgenden Manipulationen unterworfen.

Das Paraffin wird mittelst Dampf geschmolzen und in einem Agitator sorgfältig mit 30 % (nach dem Cubikinhalt berechnet) 70gradiger B-Naphta gemengt und in Brotformen — pans — abgezogen, zur Krystallisation hingestellt und gekühlt. An Stelle des Ablassens der Paraffinmischung in grössere Brotformen wird zuweilen das auch in Stearinfabriken gebräuchliche „Binet“'sche Gestell zum Erstarrenlassen der Fettsäuren benutzt und hat dasselbe, wie aus den Fig. 141 u. 142 ersichtlich, nachstehende Einrichtung.

Die Paraffinmischung wird zum Erstarrenlassen oder Krystallisiren in flache, länglich viereckige, sich nach oben erweiternde Formen *C* gebracht, welche aus Weissblech, emaillirtem Schwarzblech, seltener aus Zinn bestehen, mit einer Schnauze versehen sind und einen Fassungsraum für 2—3 Kilogramm haben. Ein grösserer Raum ist des zu langsamen Erstarrens wegen unvortheilhaft. Die Formen oder Kasten werden auf einem Gestell *A* mit verschiedenen Abtheilungen aus Eisenstäben *B* so übereinander gestellt, dass abwechselnd die Schnauzen der Formen auf der einen oder anderen Seite sich befinden — Fig. 142 — und eine Form die andere überragt.

Die Paraffinmischung wird nun aus dem Agitator mit Zuleitung *F* durch kurze Röhren am Boden, welche wiederum mit Holzzapfen versehen sind, zunächst in die oberste Formenreihe gelassen, ist dies geschehen, so fliesst die Masse durch die Schnauzen in die darunter stehende zweite Formenreihe über und so im Zickzack hin und her bis sämmtliche Formen gefüllt sind, worauf die Holzzapfen in die Zuflussröhren *D* gesteckt werden. Nach vollkommener Abkühlung und Krystal-

lisation werden die Tafeln in Presstücher gehüllt und wieder in hydraulischen Pressen erst kalt dann warm gepresst.

Die Presskuchen werden nochmals mittelst Dampf geschmolzen, im gleichen Verhältnisse wie zuvor mit B-Naphta gemengt, in Brotformen oder Tafeln gegossen und nach dem Erkalten wiederum gepresst.

Gewöhnlich genügt diese zweimalige Wiederholung des Reinigungsprocesses, um das Paraffin weiss und durchscheinend zu machen. Sollte dies nicht der Fall sein, so wird der Vorgang nochmals wiederholt.

Das so erzeugte Paraffin wird in einen sorgfältig gereinigten Kessel gebracht, Dampf eingeleitet und während 8 bis 10 Stunden siedend erhalten. Diese Manipulation bezweckt, alle Spuren der etwa zurückgebliebenen Naphta zu verflüchtigen. Das Wasser, welches sich durch das Abkühlen am Ende des Processes niedergeschlagen hat, wird abgezogen, das Paraffin in Formen gegossen und ist dann nach dem Erkalten als Handelswaare fertig.

Anstatt das auskrystallisirte Paraffin, wie es aus den Eishäusern kommt, auszupressen, werden auch Centrifugen verwendet. Das zuerst centrifugirte Oel ist direct als Schmieröl Handelswaare, die rückständige Paraffinmasse wird in gleicher Weise wie oben behandelt, d. h. mit Dampf geschmolzen und mit 30% (dem Volumen nach) B-Naphta vermischt, die Masse aber nicht erst in Formen gebracht, sondern so erkalten gelassen und wiederum centrifugirt, wenn nöthig der Process wiederholt, bis eine reine Waare erhalten ist.

Nach R. H. Smith in Carbondale — Pennsylvanien — werden die Paraffin enthaltenden Oele in fein zertheiltem Zustande auf ein endloses, über eine Anzahl Walzen geführtes, durchlässiges Band gesprengt und zwar in einem so stark abgekühlten Raume, dass das Paraffin auf dem Bande erstarrt; letzteres wird alsdann zwischen zwei Walzen derart gepresst, dass das flüssige Oel aus dem Bande heraustritt und nach unten abtröpfelt, während das feste Paraffin hierbei auf die obere der beiden Walzen übertragen wird, von welcher dasselbe durch eine entsprechend gestellte Klinge abgeschabt werden kann.

Die Anforderungen an ein weisses Paraffin sind bedeutende und so muss das Paraffin, nachdem es alle anderen Stadien des Reinigungsprocesses durchgemacht hat, doch noch zuletzt mittelst Knochenkohle entfärbt werden.

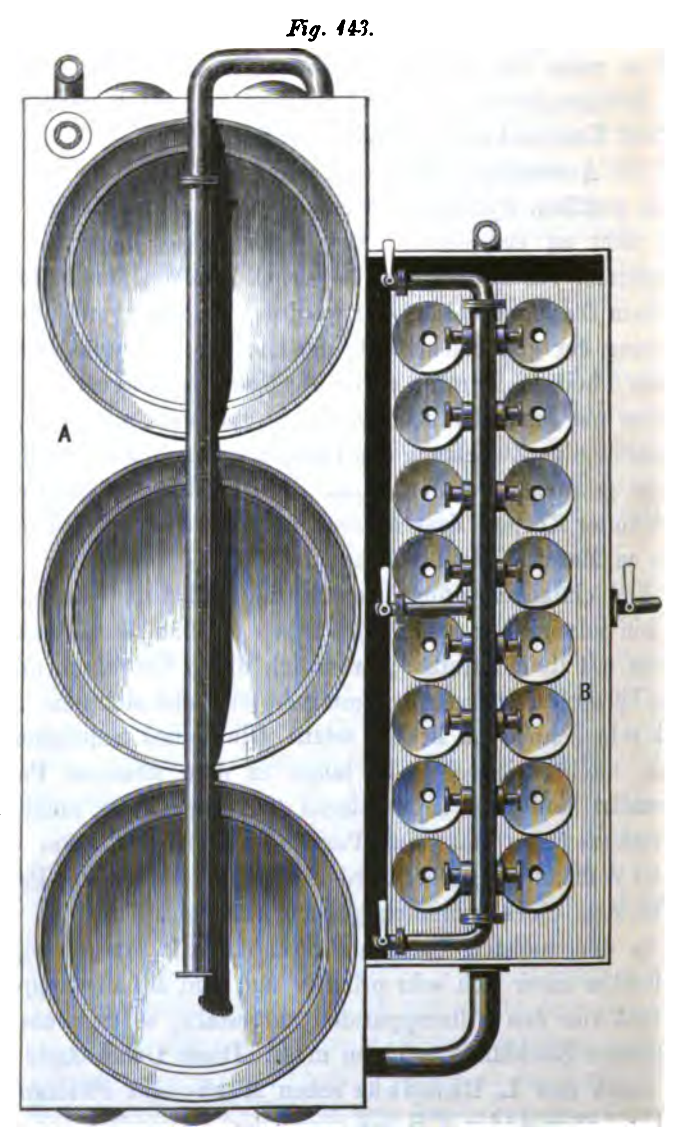
Die Anwendung eines stehenden, mit gekörnter Knochenkohle gefüllten Cylinders — Seite 619 — ist aus vielen Gründen nicht zu empfehlen. Der Filterprocess muss bei einer Temperatur von mindestens 70—80° C. erfolgen, das Filter also in einem Dampfmantel geheizt werden. Besonders steht der Anwendung der gekörnten Kohle der Umstand entgegen, dass ein grosser Theil des Paraffin durch die Kohle zurückgehalten wird, welcher nur durch Glühen der Kohle, das stets mit einer nicht unbedeutenden Zersetzung des Paraffin verbunden ist, theilweise wieder gewonnen werden kann. Das Paraffin ist aber ein so werthvoller Körper, dass dessen Fabrikation so erhebliche Verluste an Material nicht verträgt.

Viel einfacher erfolgt deshalb die Entfärbung des Paraffins mit fein pulverisirter, womöglich frisch geglühter Knochenkohle, welche mit dem Paraffin gewöhnlich durch Umrühren mittelst eines hölzernen Rührscheites gemischt wird und sich dem Theile nach sehr schnell zu Boden setzt. Die feinen Stäubchen der Kohle bleiben jedoch sehr lange in dem flüssigen Paraffin suspendirt und sind selbst durch tagelange Ruhe nicht ganz zu entfernen, so dass das Paraffin mittelst Filtration durch Papier vollständig geklärt werden muss. Nicht filtrirtes Paraffin behält stets einen schmutzig-grauen Farbeton.

In den meisten Paraffinfabriken ist die Anordnung der Papierfilter unter sich sehr primitiv und sind die Mischapparate getrennt von den Filterapparaten aufgestellt, so dass ein fortwährendes Nachfüllen erfolgen muss. Diese Uebelstände werden durch den L. Ramdohr'schen Misch- und Filterapparat — Fig. 143 u. 144 a. f. S. — vermieden. Derselbe hat nachstehende Eigenthümlichkeiten in der Anrodnung:

1. Die Mischung des Paraffin mit Beinschwarz erfolgt nicht von der Hand oder durch eine mechanische Rührvorrichtung, sondern durch einen eingeblasenen, vorher in demselben Apparate erwärmten Luftstrom.

Fig. 143.

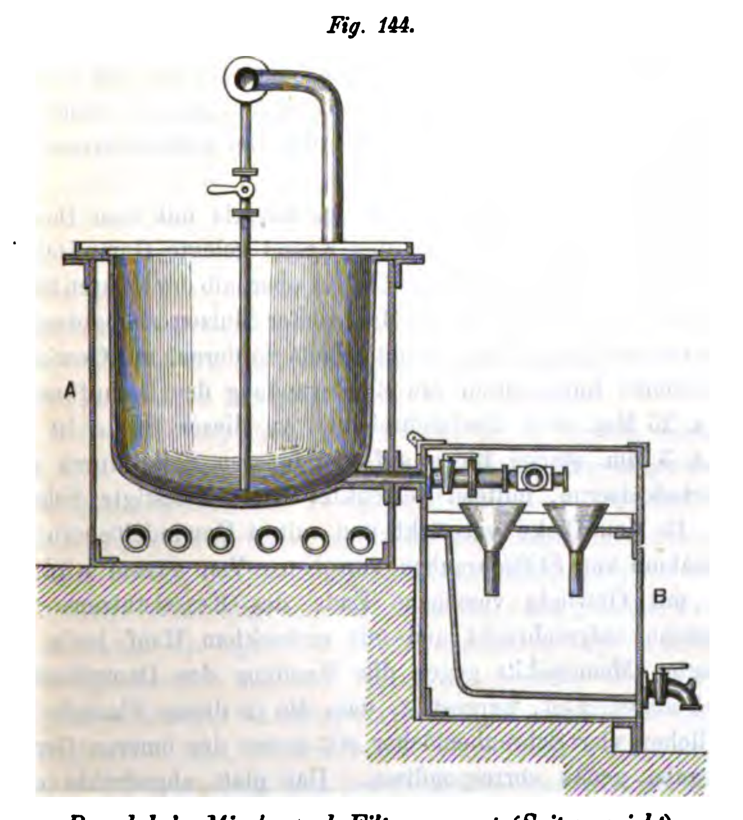


Ramdohr's Misch- und Filterapparat (Obere Ansicht).
A Mischapparat. *B* Filterapparat.

2. Das mit Beinschwarz behandelte Paraffin fliesst von selbst in die in Glastrichter aufgestellten Papierfilter, und es bedarf, nachdem der Zufluss einmal geregelt ist, der ganze

Apparat einer Controle durch den Arbeiter fast gar nicht mehr. Selbst wenn in einem Filter zufällig einmal ein weniger durchlässiges Papier eingelegt sein sollte, kann dies bei einiger Aufmerksamkeit des Arbeiters doch nicht leicht ein Ueberfliessen des Paraffins herbeiführen, da die grössere oder geringere

Fig. 144.



Ramdohr's Misch- und Filterapparat (Seitenansicht).
A Mischapparat. *B* Filterapparat.

Durchlässigkeit des Papiers sich gleich in der ersten halben Stunde bei Regulirung der Zuflusshähnchen bemerklich macht und von dem Arbeiter berücksichtigt werden muss.

3. Der ganze Apparat wird durch den abgehenden Dampf einer Betriebsmaschine geheizt. Der Dampf tritt zuerst in den Filterapparat, dann durch den Mischapparat in das Freie.

4. Misch- und Filterapparate nehmen wenig Platz ein und können mit einem Exemplare in 24 Stunden mit Leichtigkeit 25 Centner Paraffin gemischt und filtrirt werden.

Der Mischapparat *A* besteht aus einem schmiedeeisernen Kasten mit gusseisernem aufgeschraubten und mit Eisenkitt verdichteten Deckel, in welchem sich drei Oeffnungen zur Aufnahme des gusseisernen Mischkessels befinden. Diese Deckel sind mittelst weniger Schrauben auf dem Deckel des Dampfkastens befestigt, um jede Verschiebung desselben unmöglich zu machen, welche ein Undichtwerden der Abflussstutzen herbeiführen könnte.

Der dampfdichte Abschluss des Kessels mit dem Dampfkasten wird durch eine unter den Kessel gelegte Gummischnur am einfachsten bewirkt. Etwa 75 Mm. oberhalb der tiefsten Stelle des Kesselbodens ist ein 25 Mm. weiter Stutzen angegossen — von solcher Länge, dass er mit seinem vorderen, mit Gewinden versehenen Ende durch die Blechwandung des Dampfkastens etwa 25 Mm. weit hindurchreicht. An dieser Stelle ist das circa 3 Mm. starke Blech auf der inneren Seite durch eine schmiedeeiserne, mittelst versenkter Niete befestigte Scheibe von 15 Mm. Dicke verstärkt und mit 4 Gewindelöchern zur Aufnahme von Stiftschrauben versehen. Von aussen wird auf das mit Gewinde versehene Ende des Kesselstutzens eine Flansche aufgeschraubt und mit zerhacktem Hanf innig gemengten Mennigekitt gegen die Wandung des Dampfkastens solid abgedichtet, dergestalt, dass die in dieser Flansche befindlichen vier Schraubenlöcher mit denen der inneren Gegenschraube genau correspondiren. Das platt abgedrehte oder gehobelte Ende der Kessel soll, nachdem die Flansche fest angezogen ist, 2 bis 3 Millimeter über dieselbe hervorragen. Nun werden 4 Stiftschrauben, welche in der Mitte einen sechskantigen Bund tragen, in die für dieselben vorhandenen Schraubenlöcher gebracht, fest und dampfdicht gegen die äussere Flansche angezogen und jeder Kesselstutzen mit einem 25 Mm. breiten Dampfdurchgangshahn versehen. Die Dichtung zwischen beiden erfolgt hier wie am Paraffin-Vertheilungsrohr und überall, wo fertiges Paraffin durchfliessen soll, lediglich durch

eine mehrfache Lage weichen, knotenfreien, ungeleimten Papieres, unter Vermeidung jeglichen Kittes. Es empfiehlt sich, die so zu drehenden Flächen auf der Drehbank mit feinen kreisförmigen Nuten zu versehen. Im unteren Raume des Dampfkastens liegen 6 Stück dünnwandige gezogene Kupferrohre (ohne Löthnaht), die nach Art der Röhren in Locomotivkesseln eingedichtet und ausserhalb des Kastens durch gusseiserne Kniee so verbunden sind, dass sie eine durch Dampf geheizte Schlange bilden, in welcher die zum Mischen der Knochenkohle und des Paraffins zu verwendende Luft erwärmt wird. Der Ausgang dieser Schlange steht mit einem quer über den Mischkessel hinweglaufenden Rohre in Verbindung, welches nach der Mitte des Kessels, und hier bis fast auf den Boden desselben reichend, engere und durch Hähne abstellbare Blasrohre entsendet. Selbstverständlich empfiehlt es sich, das Hauptrohr für die erwärmte Luft vom Dampfkasten ab durch Umhüllung gegen etwaige Abkühlung zu schützen.

Der Filterapparat *B* — Seite 628 — besteht zunächst aus zwei theilweise in einander geschachtelten Kästen mit einer gemeinschaftlichen Vorderwand. Letztere wird also nicht vom Dampfe berührt und es wurde diese Anordnung lediglich aus dem Grunde getroffen, um an dieser Seite, wo der Arbeiter am meisten beschäftigt ist, eine nicht zu stark geheizte Fläche zu haben und den eigentlichen Filtrirapparat so bequem als möglich zugänglich zu machen. Wäre hier ebenfalls eine doppelte mit Dampf gefüllte Wandung vorhanden, so müsste dieselbe unbedingt durch eine 120 Mm. starke vorgemauerte Wand vor zu starker Wärmeausstrahlung geschützt sein und das würde die Bedienung des Filtrirapparates erschweren. Ausserdem gewährt die gewählte Anordnung eine einfachere und billigere Construction. Da grössere Flächen nur ausserordentlich schwierig (vielleicht auch garnicht) gegen geschmolzenes und heisses Paraffin dicht zu machen sind, bei Paraffin aber jeder Verlust durch Undichtigkeiten streng zu vermeiden ist, so ist der zur Aufnahme dienende innere Filterkasten aus Gusseisen in einem Stück hergestellt. Die Anbringung des Dampfmantels ist einfach und aus der Zeichnung ersichtlich. Der Boden des guss-

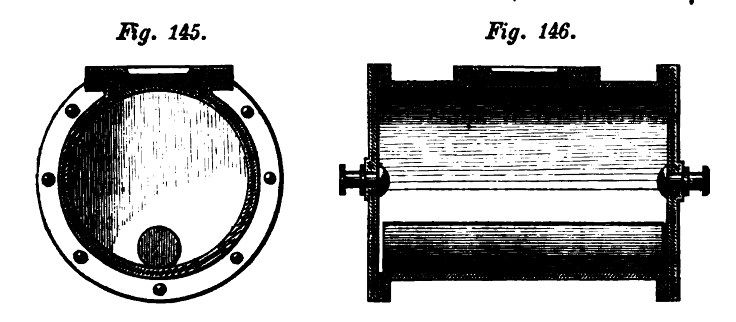
eisernen Filterkastens ist nach vorn und zugleich von beiden Seiten her nach der Mitte zu geneigt; an dem tiefsten Punkte befindet sich ein gusseiserner Schnabelhahn zum Ablassen des filtrirten Paraffins. Im Innern hat der Filterkasten einen etwa 50 Mm. breit vorspringenden Rand, welcher an der Hinterwand und an beiden Seiten zugleich zur Bildung des Dampfraumes dient. Auf diesem Rande ruhen 8 Stück aus Schmiedeeisen hergestellte Trichterhalter, von denen jeder zwei Glastrichter aufzunehmen vermag, es sind also stets 16 in zwei Reihen angeordnete Filter in Thätigkeit.

Die Trichter sind aus Glas, weil dies eine leichtere Controle über die unbedingt nothwendige Sauberkeit derselben gewährt, als wenn dieselben etwa aus Weissblech hergestellt wären. In der Mitte des Filterkastens befindet sich der Länge nach und 50—60 Mm. oberhalb der Glastrichter das Paraffinvertheilungsrohr, ein 40 Mm. weites, an beiden Enden verschlossenes, durch drei Stutzen mit den entsprechenden Abschlusshähnen der Mischkessel verbundenes und zu beiden Seiten mit je acht gusseisernen Hähnchen von 4 Mm. Weite besetztes schmiedeeisernes Rohr. Die kleinen Hähne sind eingeschraubt und zu diesem Zwecke auf das Vertheilungsrohr an den betreffenden Stellen kleine Flächen aus Schmiedeeisen mit Schlagloth aufgesetzt worden. Die Kücken dieser Hähnchen sind nach unten offen und nur lose, ohne Anzugschrauben eingesetzt. Der Ausfluss der Hähnchen liegt nicht senkrecht über der Mitte des Filters, sondern etwa in der Mitte einer Seitenwand, um ein Durchbohren der Filterspitze beim Anlassen zu vermeiden. Das zur Filtration verwendete Papier sei ein dünnes, aber ziemlich festes ungeleimtes Druckpapier. Ein Bogen 40 × 40 Mm. giebt ein Filter und reicht zum Durchdringen von etwa 40 Kilogr. Paraffin bequem aus; es ist dann ein Filter circa 12 Stunden im Gebrauch. In dem Papier bleibt sehr wenig Paraffin zurück und kann aus diesem durch heisse Wasserdämpfe verdrängt und später wieder mit verarbeitet werden.

Es ist bekannt, dass die Knochenkohle um so energischer wirkt, je frischer sie ist; in sehr grossen Paraffinfabriken thut man daher gut, sie aus den Knochen selbst zu bereiten und

bei Anwendung der sogenannten Knochen-Brenntöpfe kann man das verhältnissmässig nur kleine Quantum gebrannter Knochen, wie es selbst die grösste Paraffinfabrik gebraucht, mit Vortheil sich selbst herstellen. Bei einem weniger umfangreichen Betriebe wird man wohl hiervon absehen müssen, jedenfalls ist es aber unvortheilhaft, das gemahlene Knochenpräparat aus den Knochenfabriken zu kaufen, weil man da in den meisten Fällen Schmutz und Staub von der abgesiebten gekörnten Knochenkohle mit erhält und für die Güte und Frische des Präparates nicht die geringste Gewähr hat. Ramdohr empfiehlt deshalb frisch gebrannte, gute, gekörnte, staubfreie Knochenkohle vor dem Gebrauche in einer einfachen, in Fig. 145 und 146 abgebildeten Pulverisirtrommel zu feinem Mehl zerkleinern zu lassen.

Fig. 145. *Fig. 146.*



Ramdohr's Pulverisirtrommel.

Die Pulverisirtrommel aus Gusseisen ist 750 Mm. lang, 500 Mm. im Durchmesser und dreht sich mit zwei in den Stirnplatten eingenieteten, schmiedeeisernen Zapfen in entsprechenden Metalllagern, in der Mantelfläche ist eine mit Gummi zu dichtende Oeffnung zum Füllen und Entleeren vorhanden. Die Trommel wird direct durch einen aufgelegten Riemen in langsame Umdrehung, höchstens zwei Touren pro Minute, versetzt. Im Innern der Trommel liegt eine massive gusseiserne Walze von 120 Mm. Durchmesser und gleicher Länge mit der Trommel. In 12 Stunden pulverisirt ein Apparat von der angegebenen Grösse etwa 25 Kilogramm auf das Feinste.

Das Knochenmehl (Beinschwarz) wird nicht über 3 Ge-

wichtsprocenten angewendet und beträgt das von demselben zurückgehaltene Paraffin ungefähr das gleiche Gewicht.

Dieser Schlamm aus Knochenmehl und Paraffin wird zuvörderst in einem mit Retourdampf geheizten, doppelwandigen Kessel angesammelt, wobei sich ein grosser Theil des Paraffins als klare Flüssigkeit ausscheidet, die mit flachen Kellen abgeschöpft und direct auf Papierfilter gegeben wird. Der mager gewordene Schlamm wird in einen grossen eisernen Kessel gebracht, in welchem derselbe mit mindestens dem 6 bis 8 fachen Wasserquantum und unter zeitweiser Anwendung eines umrührend wirkenden Dampfstrahles stark ausgekocht wird. Bei dem Erkalten der Masse scheidet sich fast sämmtliches Paraffin über dem Wasser als feste, aber grau gefärbte Schicht aus, welche abgehoben, eingeschmolzen und mit dem andern Fabrikat durch Papier filtrirt wird. Selten ist ein wiederholtes Auskochen des Schlammes nothwendig und fast nie deckt diese zweite Operation durch das noch gewonnene Paraffin die Kosten des angewendeten Brennmaterials; das Knochenmehl hält jedoch einen kleinen Procentsatz des Paraffin so hartnäckig zurück, dass dieser durch Glühen des ersteren ausgetrieben werden muss, wenn es Wiederverwendung als Entfärbungsmittel finden oder auch zur Herstellung von Düngemitteln — Superphosphat — brauchbar sein soll.

Die nach dieser Manipulation getrocknete Knochenkohle wird in einer liegenden gusseisernen Retorte von etwa 2,30 Meter Länge, 800 Mm. Breite und nahezu elliptischem Querschnitt ausgeglüht, welche mit einer geeigneten Vorlage zur Condensation der Paraffindämpfe versehen ist. Diese Dämpfe bestehen jedoch selbst bei der möglichst niederen Schweltemperatur nie aus unzersetztem Paraffin, sondern aus Paraffin von niedrigerem Schmelzpunkte und aus Oelen als Zersetzungsproducten.

Das ausgekochte Paraffin wird in flachen schmiedeeisernen Kästen von etwa 12 Mm. Breite und 1 Meter Länge, deren Boden sich der Form der Retorte anschliesst und die an beiden Seiten geeignete Handhaben besitzen, in die Retorte gebracht und nach erfolgter Verdampfung von sämmtlichem Paraffin (die man an dem Erkalten des Retorten-Abzugrohres etc. sofort er-

kennt) unter Einstellung der Feuerung 4—6 Stunden zur theilweisen Abkühlung darin gelassen. Sodann zieht man die schmiedeeisernen Kästen, von denen zwei hinter einander in der Retorte sich befinden, heraus, bedeckt sie sofort mit geeigneten Blechdeckeln, welche man mit Lehm überall dicht verschliesst und lässt das geglühte Knochenmehl bis zur gänzlichen Abkühlung desselben darin stehen. Das Herausnehmen aus der Retorte, Auflegen und Bestreichen der Deckel muss selbstverständlich so schnell als möglich geschehen, um ein theilweises Veraschen der Kohle zu vermeiden.

Das in dem Filterkasten befindliche Paraffin wird zeitweise in Formen oder Kästen von verschiedener Grösse zum langsamen Erkalten abgelassen und kommt in runden oder länglichen Broten, Blöcken oder Schuppen in den Handel.

Das Paraffin — Seite 211, 222 und 225 — stellt eine farblose, wachsartig oder blättrig krystallinische, alabasterartige, halbdurchsichtige, geruch- und geschmacklose, dem Walrat ähnliche Masse dar, fühlt sich schlüpfrig aber nicht fettig an, wird durch Handwärme erweicht und lässt sich kneten.

Das Erdölparaffin ist in Amerika hauptsächlich in 3 Qualitäten Handelswaare als **A, B, C-Paraffin** bei 135, 128 und 125° F. = 57,3—53,3—51,6° C. schmelzend; selten finden sich Paraffine mit einem Schmelzpunkt von 70° C., sind aber dann nicht mehr so durchscheinend und haben beim Anschlagen einen klingenden Ton, ähnlich den Braunkohlenparaffinen. Es hat das Paraffin aus pennsylvanischem Petroleum und Rangoonöl (Schmelzpunkt 61° C.) durchschnittlich ein specifisches Gewicht von 0,869 bis 0,873 (specifische Gewichtsbestimmung Seite 387). Das Petroleumparaffin ist in heissem absolutem Alcohol etwa zu 3% löslich, in Aether, Schwefelkohlenstoff, Chloroform, Benzin, ätherischen Oelen leicht löslich, scheidet sich aus Aether und Photogen gallertartig, aus den übrigen Flüssigkeiten krystallinisch ab. Durch längeres Erhitzen des Paraffin auf 150° C. an der Luft, färbt sich das Paraffin unter Sauerstoffabsorption braun.

Weitere Eigenschaften und die Anwendungen des Paraffin finden sich beim Braunkohlenparaffin, es sei nur noch erwähnt,

dass das nach dem Auskrystallisiren des Paraffins aus den schweren Erdölen, durch Pressen oder Centrifugiren und Entfärben — Seite 616—619 — erhaltene Oel — **Paraffinöl** — **als Paraffinum liquidum** officinell ist. Es soll eine klare, ölige Flüssigkeit sein und mindestens 0,840 specifisches Gewicht und einen Siedepunkt nicht unter 360° C. haben, dabei frei von gefärbten, fluorescirenden und riechenden Stoffen. Bei Wasserbadtemperatur einen Tag lang mit Schwefelsäure erwärmt und häufig durchschüttelt, darf sich das Paraffinöl nicht verändern, noch die Schwefelsäure sich färben, wenigstens nur sehr wenig bräunen, andernfalls würde es die Gegenwart anderer Oele anzeigen. Natriummetall muss in dem Oele Metallglanz behalten, ein Blindwerden würde die Gegenwart von Schwefel- oder Sauerstoffverbindungen ergeben. Endlich darf das officinelle Paraffinöl beim Kochen mit Weingeist dem letzteren keine sauren Eigenschaften ertheilen.

Durch Zusammenschmelzen von 1 Th. festem Paraffin, welches aber ein Braunkohlentheerproduct sein soll, mit 4 Th. Paraffinöl resultirt **Unguentum Paraffini** als weisse durchscheinende Masse von Salbenconsistenz, die sich zwischen 35 und 45° C. verflüssigt und unter dem Mikroskope von Krystallen durchsetzt erscheint. Dieses Präparat entspricht im Wesentlichen der in den Handel gebrachten **Vaseline**, auch noch **Saxolin, Saxoleum inspissatum** genannt — Seite 621 — und findet in gleicher Weise Verwendung. Nur in chemischer Hinsicht unterscheiden sich beide dadurch, dass in der Paraffinsalbe die Consistenz durch **Normalparaffine** — Seite 207 —, in der Vaseline durch **Isoparaffine** bedingt wird — Seite 208 —.

---

7. Verwerthung der Schmieröl-Destillationsrückstände — Theer, Asphalt, Pech.

Diese Rückstände, in Amerika gewöhnlich „**Tar**", in Russland auch „**Masut**" — Seite 600 — genannt, haben je nach der bei der Destillation stattgehabten Erhitzung und dem Zweck der Verwerthung der Rückstände verschiedene Eigenschaften — Seite

605 —. Die meiste Anwendung finden sie als Feuerungsmaterial zu neuen Destillationen, aber auch zum Heizen gewerblicher Dampfmaschinen und Locomotiven und wird über solche Anlagen zum Heizen im Abschnitt 9 dieses Kapitels (VIII) Mittheilung erfolgen. Sonst werden diese Rückstände noch zur Leuchtgas- und Russbereitung verwendet und in neuester Zeit in eigenartig construirten Oefen, durch vollständige Zersetzung zur Benzol-, Naphtalin-, Anthracen- etc. Darstellung benutzt — Seite 166 —.

Die dabei erhaltenen Destillationsproducte, abgesehen von den Gasen, unterscheiden sich wesentlich: die amerikanischen Schmierölrückstände liefern folgende Kohlenwasserstoffe: **Olefine, Chrysen, Pyren, Fluoranthen, Anthracen** etc.; während die russischen Schmierölrückstände: **Benzol, Toluol, Naphtalin, Anthracen** liefern.

Die **Erdöl-Coks** sind stahlgrau, sehr hart, glänzend und sehr schwer zu verbrennen; sie sollen sich nach Libau sehr gut zu Elektroden eignen.

---

8. Statistik, Verfrachtung, Lagerung der Erdölproducte.

1. **Statistik.** Die erste Destillation des rohen Erdöles unternahm 1850, nur in kleinem Maassstabe, Samuel Kier in Pittsburg — (fast zu gleicher Zeit begannen J. Lukasiewicz und Zeh Versuche mit gallizischem Erdöle anzustellen) —, während etwas später Eveleth & Bissel das Erdöl der ergiebigsten Quelle am Oil Creek, Venango County in Pennsylvanien im grösseren Maassstabe destillirten. Hatte man bisher dahin das oberirdisch zusammenlaufende Erdöl benützt, so begann in Folge der Versuche des deutschen Grundbesitzers Hake, welcher den Yankees die Sache anzufangen lehrte, und nachdem Drake die Tiefbohrungen anwendete 1859 — Seite 467 —, ein eigentlicher Rectificationsbetrieb. Im Jahre 1860 waren schon etwa 20 000 000 Gallonen auf den Markt gekommen und als noch zweckmässigere Rectificationsmethoden eingeführt wurden, steigerte sich auch im Auslande die Nachfrage; na-

mentlich Liverpool wurde von da an ein grosser Petroleummarkt, es bezog im Jahre 1862 schon 3000000 Gallonen und weitere 2000000 gingen nach anderen brittischen Häfen. Von England aus vertheilte sich der Consum nach dem europäischen Continent. Es wurde 1862 nur raffinirtes Oel exportirt von

New York .	6783663	Gallonen	im	Werthe	von	2037413	Doll.
Philadelphia	2607202	„	„	„	„	529575	„
Boston . . .	891616	„	„	„	„	457859	„
Baltimore . .	1120000	„	„	„	„	500000	„

Daraufhin schrieb der Gross-Makler Mac Rae in Liverpool in seinem Handelsbericht:

„Wenn das Steinöl in Canada und in den Vereinigten Staaten auf die Dauer so ausgiebig bleibt, wie es den Anschein hat, dann wird der Handel mit diesem Producte vielleicht fortan so wichtig werden, wie jener mit Baumwolle. Schon beleuchtet die Stadt Montreal ihre Strassen mit raffinirtem weissen Steinöl."

Die Worte hatten sich bewahrheitet, denn die grossen Raffinirwerke erreichten bis zum Jahre 1880 die Zahl 86, und können hier nur wenige Firmen aus den hauptsächlich raffinirenden Plätzen angeführt werden. (Die nachstehenden Angaben sind theils aus dem U. S. A. Bureau of Statistics, theils aus den New Yorker Waarenberichten.)

Erdölraffinerien.

Erdölraffinerien	Lage, Stadt, Land etc.
Downer Kerosene Oil Company.	Boston, Massachusetts u. Corry Pennsylvanien.
S. Jenny & Sons.	Boston, Massachusetts. Brooklyn, New York.
Charles Pratt & Comp.	„ „ „
Cheesborougs Manufacturing C.	New York, City.
Pennsylvania Refining Comp.	Philadelphia, Pennsylvanien.
Excelsior Oil Company.	„ „
Solar Oil Company.	Williamsport, „

Erdölraffinerien	Lage, Stadt, Land etc.
Vacuumoil Company.	Rochester, New York.
Standard Oil Company.	Pittsburg, Pennsylvanien. Cleveland, Ohio.
Americain Lubricating Oil Co.	„ „
Forest City Varnish & Naphta C.	„ „
Portland Kerosene Oil Comp.	Portland, Maine.
Crystal Oil Works.	Miller's Farm, Pennsylvanien.
German Refining Comp.	Brady's Bend, „
Central Refining Comp.	Pittsburg, „
Argand Oil Comp.	Marietta, Ohio.
Schweetzer Oil Comp.	Parkersburg, West-Virginia.
Chees, Carley & Comp.	Louisville, Kentucky.
Franklin Oil Works.	Franklin, Pennsylvanien.
United Oil Company.	Baltimore, Maryland.

Während des Jahres 31. Mai 1879 bis 31. Mai 1880 sind von den 86 Raffinerien aus 17418455 Barrels Rohöle im Werthe von 16340581 Dollar nachstehende Producte geliefert:

Producte	Barrels	Werth
Rhigolene	5868	29117
Gasoline	280555	1128166
Naphta	1212629	1833395
Kerosen	11002239	36839613
Spindelöl	204843	1024017
Cylinderöle	26018	371020
Schmieröle, geruchlos . .	70415	611572
Paraffinöl	79465	408023
Mineralsperm	16544	202725
Residuen	229133	297529
	13127709	
Paraffin	Pfd. 7889625	631944
Verschied. Prod. („Studge")	—	328097
	Gesammt:	43705218

Von den verschiedensten Rohölen — Seite 515—523 — und Destillationsproducten sind zum Export gekommen:

Gesammt-Production von Erdöl sowie der Quantitäten Rohöl, aus den Vereinigten Staaten von Nordamerika in den

(U. S. A. Fiscal Year

Jahr	Production		Export		
			Rohöle		Destillate
	Barrels à 40 Gall.	Gallonen	Gallonen	Werth in Dollars	Naphta Gallonen
1864	2 478 709	104 105 778	9 980 654	3 864 187	438 197
1865	2 424 905	101 846 010	12 293 897	6 868 513	480 947
1866	3 165 700	132 959 400	16 097 943	6 015 921	673 477
1867	3 591 900	150 859 800	7 344 248	1 864 001	224 576
1868	3 613 709	151 775 778	10 029 659	1 564 933	1 547 268
1869	4 046 558	169 995 436	13 425 566	2 994 404	2 673 094
1870	4 411 016	185 262 672	10 403 314	2 237 292	5 422 604
1871	5 558 775	233 468 550	9 859 038	1 971 847	7 209 592
1872	5 842 497	245 384 874	13 559 768	2 307 111	8 092 635
1873	7 242 343	304 178 406	18 439 407	3 010 350	9 743 593
1874	11 188 741	469 927 122	17 776 419	2 099 696	9 737 457
1875	10 083 828	423 520 776	14 718 114	1 406 018	11 758 940
1876	8 823 142	370 571 964	20 520 397	2 220 268	14 780 236
1877	10 822 871	454 560 582	26 819 202	3 756 729	15 140 183
1878	14 738 262	619 007 004	26 937 727	2 694 018	16 416 621
1879	16 917 606	710 539 452	25 874 488	2 180 413	15 054 361
1880	22 382 509	940 065 378	28 297 997	1 927 207	14 411 044

Erdöl und Erdölproductenexport aus U. St. von Nordamerika während des Monates August 1884.

	Gallonen	Werth in Dollar
Rohöl	7 944 877	579 667
Naphta	1 609 147	133 730
Leuchtöl	35 476 420	3 144 118
Schmieröl und Paraffin . .	1 011 728	230 133
Residuen	455 952	26 202
Summa:	46 498 124	4 113 850

Kerosen und anderer Erdölproducte und deren Werth, welche Jahren vom 30. Juni 1863 bis 30. Juni 1880 ausgeführt sind.
from June 30 to June 30.)

Export					
Destillate			Rückstände, Theer, Pech etc.	Gesammt-	
Kerosen		Schmier-, Paraffinöle. Gall.	Gallonen	Ausfuhr	Werth
Gallonen	Werth Dollar			Gallonen	Dollars
12 791 518	6 764 411	—	—	23 210 369	10 782 689
12 722 005	9 520 957	—	—	25 496 849	17 563 413
34 253 921	18 626 141	—	—	50 987 341	24 830 887
62 686 657	22 509 466	—	—	70 255 481	24 407 642
67 909 961	19 977 870	—	—	79 456 818	21 810 676
84 403 492	27 636 137	134 532	—	100 636 684	31 127 433
97 902 505	29 864 193	6 871	—	113 735 294	32 668 960
132 608 955	34 138 766	59 632	155 474	149 892 691	36 894 810
122 539 575	30 566 108	541 419	438 186	145 171 583	34 052 390
158 102 414	37 195 735	748 699	781 074	187 815 187	42 050 756
217 220 504	37 560 935	1 244 305	1 827 798	247 806 483	41 245 855
191 551 933	27 030 361	1 173 473	2 752 848	221 955 308	30 078 568
204 814 673	28 755 638	963 442	2 581 404	243 660 152	32 915 786
262 441 844	55 401 132	1 601 065	3 196 620	309 198 914	61 789 438
289 214 541	41 513 676	2 304 624	3 962 790	338 840 303	46 574 974
330 586 442	35 999 862	2 487 681	3 307 038	378 360 010	30 305 249
367 325 823	31 783 575	5 162 835	4 767 080	423 964 699	36 218 625

Der Preis betrug nach dem New Yorker Marktbericht durchschnittlich pro Gallone

im Jahre	für Kerosen Cents	für Naphta Cents
1873	18,21	11,07
1874	13,09	9,04
1875	12,92	9,67
1876	19,19	11,36
1877	15,72	9,75
1878	10,77	7,13
1879	8,08	6,40
1880	9,12	7,62

Von dem im Jahre 31. Mai 1879 bis 31. Mai 1880 zur Verarbeitung gekommenen Rohöle = 17 417 455 Barrel à 92,9 Cents = 16 340 581 Dollar — Seite 639 — waren enthalten in

Barrels	20 363 918	Gallonen
Barken	42 433 388	„
Tank cars . . .	437 740 954	„
Pipe lines . . .	227 941 728	„

und betrugen die Kosten zur Destillation und Reinigung an

1. Feuerungsmaterial: Kohlen, Holz, Coks, Naphta, Residuen	1 319 008	Doll.
2. Säuren: Schwefelsäure, Salzsäure etc. .	1 206 200	„
3. Alkalien: kohlensaures und Aetznatron, Ammoniak, Kalk	105 700	„
4. Knochenkohle (Beinschwarz)	62 815	„
5. Fastage: Barrels, Blechkästen, Zinnkannen etc.	645 412	„
Gesammtwerth	34 999 001	„

Zur Bewältigung der ganzen Arbeit waren 12231 Menschen beschäftigt, davon ungefähr 9869 einfache Arbeiter und zwar 9498 Männer, 25 Weiber und 346 Kinder je mit einem Tagelohn von 1,50—3 Dollar. Das Gesammtlohn betrug im Jahre 4 381 572 Dollar.

Die Arbeiten wurden ausgeführt in

866 Gebäuden	Werth	4 381 572	Doll.
an 374 Dampfkesseln mit 12744 Pferdekräften, 285 Dampfmaschinen, 200 Dampfpumpen	„	3 737 998	„
Verluste während des Jahres durch Feuer und andere Umstände		104 631	„

Die Hauptplätze für den Kerosen-Import von Amerika nach Europa waren im Jahre 1880:

Bremen	mit	einer	Einfuhr	von 1 324 591	Barrels
Antwerpen	„	„	„	„ 719 017	„
Hamburg	„	„	„	„ 525 974	„
London	„	„	„	„ 340 717	„

Stettin	mit einer Einfuhr von				276 515	Barrels
Triest	„	„	„	„	265 160	„
Amsterdam	„	„	„	„	217 046	„
Rotterdam	„	„	„	„	212 433	„
Danzig	„	„	„	„	107 849	„

Das Kerosen ist von den Häfen New York, Philadelphia, Boston, Baltimore, Richmond, Portland und wenigen unbedeutenden Häfen nach den verschiedensten Häfen der Welt ausgeführt, das Rohöl·, Naphta * und Residuen † aber nur nach folgenden Häfen, welche in alphabetischer Ordnung angegeben sind:

Alicante ·
Antwerpen · * †
Barcelona ·
Bilboa ·
Blaye ·
Bordeaux · †
Bremen · †
Cette ·
Cork ·
Corunna ·
Havre · †
Hull *
Liverpool · * †
London · † *
Marseilles · † *
Passages ·
Rouen · †
Tarragona ·
Toulon ·

Die russische Erdölindustrie — Seite 513, 525 — war bis vor ein Jahrzehnt noch sehr im Argen, jetzt sind aber bedeutende Raffinerien vorhanden, von denen einige später namhaft gemacht werden, keine aber vermag den Vergleich, was die Productionskraft und die Einrichtungen betrifft, mit den eigentlichen Begründern der russischen Erdölindustrie, Gebrüder Nobel, auszuhalten.

Erdöl- und Erdölproducten-Export von Baku in den Jahren von 1875 bis 1. Juni 1880 in Pud.

Product	1875	1876	1877	1878	1879	bis 1. Juni 1880
Rohöl	323851	323561	177983	281423	436673	61902
Benzin etc.	11102	5151	4600	3130	—	—
Kerosen	1 990041	3 325233	4594766	6 254920	6 562140	1 484374
Schmieröle	1077	1095	—	306	409	23503
Residuen	1 131725	1 275321	2038899	3 382859	5 528208	2016270
Asphalt	4586	13100	723	9300	10491	—

Erdöl- und Erdölproductenexport von Russland via Astrachan während der Schifffahrtszeit 1882.

Firma	Rohöl	Kerosen	Schmieröl	Residuen	Gesammtmenge
	Pud	Pud	Pud	Pud	Pud
Gebrüder Nobel	184 600	4 169 950	58 526	4 751 225	9 164 301
Verschiedene kleine Firmen	304 277	2 416 006	20 075	4 167 839	6 908 197
Gebr. Fedoroff & Pavloff	149 350	1 109 174	—	3 358 553	4 616 977
Schifffahrts-Comp. Druslibina	250 000	599 251	16 601	1 635 000	2 500 852
Artemyeff	157 000	345 090	11 000	1 320 207	1 523 497
Schifffahrts-Comp.: kaukasischer Handel .	—	805 183	9 341	667 200	1 481 724
Baku Petroleum-Comp.	3 384	797 396	81 397	311 721	1 193 898
Schifffahrts-Comp.: Lebed	—	789 419	131 924	112 600	942 943
Caspische Petroleum-Comp.	98 000	—	—	674 623	772 623
Fugiyeff & Sarkisoff	—	594 261	7 000	47 000	658 361
Dembo & Kohn	—	345 621	—	—	345 621
Mysoyeff	—	294 464	9 022	—	303 486
Ardesee-Comp.	—	222 359	80 180	—	302 539
Gesammtmenge in Pud	1 147 411	12 186 664	425 066	17 145 968	30 714 819

Gesammtproduction von Kerosen im Bakudistricte.

1 Centner = circa 3 Pud	Gebrüder Nobel	Alle anderen Raffineure	Gesammtproduction
Jahrgang	Pud	Pud	Pud
1872	—	984 000	984 000
1873	—	1 470 000	1 470 000
1874	—	1 416 000	1 416 000
1875	—	2 556 000	2 556 000
1876	6 000	3 420 000	3 426 000
1877	150 000	4 506 000	4 676 000
1878	273 000	5 580 000	5 853 000
1879	540 000	6 060 000	6 600 000
1880	1 440 000	7 560 000	9 000 000
1881	3 000 000	7 980 000.	10 980 000
1882	4 320 000	7 800 000	12 120 000
1883	6 360 000	6 000 000	12 360 000
1884	9 549 000	11 874 000	21 423 000

Von der Firma Gebrüder Nobel sind im Jahre 1884 37 219 500 Pud Rohöl verarbeitet und ausser obiger Summe Kerosen noch gewonnen:

750000 Pud Schmieröl 124500 Pud Solaröl 22500 Pud Benzin.

Die Kosten für Destillation und Raffinirung können mit 8 Kopeken pro Pud berechnet werden, so dass sich bei einem Rohölpreise von 4 Kopeken pro Pud, 1 Pud raffinirtes Petroleum mit 20 Kopeken bewerthet und dies sind 2,90 Mark pro 100 Kilogramm.

Petroleumexport Baku's im Jahre 1883 und 1884.

	1883	1884
Rohöl	1 874 608 Pud	1 873 888 Pud
Benzin . . .	46 544 „	76 006 „
Kerosen . . .	11 927 880 „	21 721 971 „
Schmieröl . .	1 101 345 „	1 447 401 „
Residuen . .	14 066 059 „	28 539 849 „
Asphalt . . .	19 505 „	25 382 „
Summa	29 035 941 Pud	53 684 497 Pud

gegen 1883 ein Mehrexport von 24 648 556 Pud.

Von dem gesammten Export an raffinirtem Petroleum per 21 721 971 Pud ging 17 572 641 via Astrachan nach dem übrigen Russland und dem Auslande, während der Rest via Batum und den Persischen Häfen versandt wurde.

Bei dem Kampfe der Russischen Petroleumindustrie mit der Nordamerikanischen um die Beherrschung des Weltmarktes mit ihren Erzeugnissen ist es vielleicht nicht uninteressant, eine Tabelle nach Sarker über die Entfernungen der Hauptpetroleumplätze von Batum und New York anzuführen. Die Entfernungen sind von Sarker in italienischen Meilen angegeben. Von den italienischen Meilen — Miglio — gehen 60 auf einen Grad des Aequators, also eine ital. Meile = 1/4 deutschen.

Entfernungen der Haupthafenplätze von Batum und New York.

Entfernungen (italien. Meilen) von	nach Batum	nach New York	Entfernungen (italien. Meilen) von	nach Batum	nach New York
Alexandria .	1312	5030	Liverno . . .	1855	3576
Algier	1978	3586	Lissabon . .	2121	2980
Amsterdam .	3317	3586	London . . .	3190	3240
Antwerpen .	3185	3348	Malta	1417	3240
Bremen . . .	3442	3348	Marseilles .	2041	3913
Havre	2990	3348	Neapel . . .	1586	4200
Genua . . .	1910	4075	Palermo . .	1507	4145
Gibraltar . .	1810	4075	Smyrna . . .	860	4882
Hull	3242	4075	Triest	1768	4982
Hamburg . .	3452	3576	Constantinopel	582	5260
Liverpool . .	3110	3000			

Verfrachtung. Die Erdölraffinerien in Nordamerika sind sämmtlich an Bahngeleisen — Seite 512, 513 — zur leichteren Verfrachtung der Producte gelegen und zwar wird das vollständig raffinirte Petroleum von einem etwas höher liegenden Reservoir durch eine 7,5—12,5 Cm. Röhre dem Füllhause, dessen Sohle sich knapp neben dem Bahngeleise in der Höhe der Plattform der Waggons befindet, zugeleitet. Dieses Haupt-

rohr geht nach der Länge des Füllhauses und sind daran seitlich mehrere bewegliche Abzweigungen (gewöhnlich starke Gummiröhren) angebracht, wovon jede an ihrem Ende mit einem Messingansatze, der ein Ventil mit Schwimmer trägt, versehen ist. Vor der Zuleitungsröhre sind die bekannten blauangestrichenen Petroleumfässer aufgestellt, so dass eine bewegliche Zweigröhre für 4—6 derselben dient. Es wird in das nach oben gerichtete Loch des Fasses der Messingansatz gesetzt, das Ventil geöffnet, so dass sich das Petroleum in das Fass durch den natürlichen Ueberdruck ergiessen kann. Ist das Fass knapp voll, so schliesst ein einfacher Apparat von einem in das Fass gegebenen Schwimmer mit Spiralfeder das Ventil, dies geschieht mit wahrnehmbaren Schlag, wodurch der Füller aufmerksam gemacht wird, das Zweigrohr in das nächste Fass überzulegen.

Durch diese höchst einfache Vorrichtung genügt eine Person für circa 30 Fässer und ein Mann ist bei 10stündiger Arbeit im Stande täglich circa 1000 Fässer zu füllen. Rasch ist das Fass verspundet und in den knapp daneben stehenden Waggon gerollt, so dass in verhältnissmässiger kurzer Zeit die Waggons angefüllt sind und ein eigner „Oeltrain" nach den bekannten Verschiffungsplätzen abgehen kann.

In gleicher Weise werden die Schmieröle in die Fässer gefüllt, welche sich nur in Anstrichfarbe (roth, grün etc.) und der Bezeichnung vor den mit Leim ausgepichten Kerosenfässern — Seite 507 — auszeichnen. Ein leeres Fass, sehr solid gearbeitet, kostet 1,85 Dollar, wiegt circa 33 Kilogramm und fast je nach dem specifischen Gewichte des Oeles 145—155 Kilogramm.

Neben den Fässern werden auch kleine Blechkisten und Zinnkannen zur Versendung verwendet, sie werden vorwiegend in jene Gegenden der Erde geschickt, wo die Last nur durch Tragthiere weiter befördert werden kann.

Bei der russischen Petroleumindustrie sind die Fässer zur Verfrachtung fast ganz abgeschafft, da die Beschaffung resp. Herstellung zu viel Kosten verursachte. Wenigstens liessen die Gebrüder Nobel zum Ersatz der Fässer eiserne Dampfboote bauen, welche ausser der Maschine und

den Kesseln nur Räume zur Aufnahme von Kerosen, Schmierölen etc. enthielten. Von den Raffinerien, welche täglich 50000 Pud gereinigte Waare liefern, wurde das wasserhelle Kerosen durch eine Rohrleitung in die grossen Reservoirs am Hafen geleitet, wo es zum Versandt aufbewahrt wird, um jeder Zeit in bereitliegende Dampfer weiter geleitet zu werden.

Diese Dampfer, 12 an der Zahl, schaffen die in ihnen geborgene Waare über das caspische Meer nach der Mündung der Wolga bis Astrachan und geben dieselbe hier an kleine, in gleicher Art gebaute Schiffe — 10 — ab, in denen das Oel nach den an der Wolga gelegenen Haupteisenbahnstationen Zaritzin und Saratow transportirt wird, um dort vermittelst Dampfpumpen in eine Reihe eiserner Reservoire, welche je 20—30000 Centner, etwas über 60—90000 Pud enthalten, entleert zu werden. Aus diesen Reservoiren wird das Oel wieder nach dem tiefer gelegenen Eisenbahn-Stationsplatz in bereitstehende Cisternenwaggons — eiserne Cylinder von ca. 600 Pud, welche auf einer gewöhnlichen Wagenplattform ruhen — und deren Gebr. Nobel circa 2000 besitzen, abgelassen. 25—30 derartige Cisternenwaggons werden in Zaritzin zu Extrazügen zusammengesetzt, in ununterbrochener Fahrt nach den Niederlagen in verschiedenen grossen Städten und Eisenbahnknotenpunkten des europäischen Russland geschafft und dort mit einem Minimum von Zeit und Kosten in die daselbst aufgestellten Reservoire, deren Grösse und Zahl nach der Consumfähigkeit des Platzes wechselt, entladen. Erst an dieser Stelle kommen wieder hölzerne Fässer zum Gebrauch, indem die Händler und Consumenten sich damit zu den Reservoirs begeben und sie je nach Bedarf füllen lassen. Bei den bedeutendsten dieser Niederlagen befinden sich auch grosse Fassbindereien, welche nach amerikanischer Art eine Art Barrels darstellen.

Solcher Niederlagen — Sklads — existiren gegenwärtig circa 30 in Orel, Petersburg, Moskau, Warschau, Saratow, Nischni-Nowgorod, Kiew, Dünaburg, Riga, Libau, Helsingfors etc., welche zusammen ein Quantum von circa 9 Millionen Pud Oele aller Art aufnehmen können.

Eine besondere Schwierigkeit liegt in dem Umstande, dass die Consumzeit in Russland wegen der langen Nächte fast ausschliesslich in den Winter fällt, wo die Schifffahrt auf der Wolga ganz unterbrochen ist. Alle Vorräthe müssen in Folge dessen während der Sommermonate transportirt und bis zum Winter aufbewahrt werden, wodurch eine unverhältnissmässig grosse Anzahl von Reservoiren nothwendig gemacht wird.

Die bedeutendste der Niederlagen — Sklads — ist die zu Domnino bei Orel. Hierzu Tafel I: **Central-Petroleum-Depot der Gebr. Nobel in Domnino bei Orel** (**Südrussland**) **errichtet 1883.**

Das Depot in dem meistbevölkerten Theile von Russland ist an dem Flusse Optucha gelegen und so eingerichtet, dass es von der Orel-Grjazi-Eisenbahn durchschnitten wird. Die weitere Anlage ergiebt sich aus dem ganzen Plane resp. der Tafel I. *A* ist Wasserstation. *B* Feuerhydranten. *C* 32 Oelreservoire von 18 Meter Durchmesser, 10 Meter Höhe, jedes hat einen Fassungsraum für 2 Tonnen, in Summa für 64 bis 65 Millionen Kilogr. = circa 21 500 000 Pud. *D* Blitzableiter. *E* Entwässerungskanäle. *F* Aufnahmereservoirs für das zugeleitete Petroleum. *G* Füllreservoir für das abzuschickende Petroleum. *H* Lagerhaus für Geräthe. *L* Comptoir. *M* Stallungen. *N* Waggonwage. *O* Waggonwerkstätte. *P* Ausweichegeleise für 500 Cisternenwaggons. *Q* Brücke über die Bahn. *R* Lagerhäuser. *S* Wohnhäuser für Beamte und Arbeiter. *T* Wasserbrunnen. *U* Eisgrube. *V* Bäder. *W* Wasserpumpwerk. *X* Directorwohnung. *Y* Wirthschaftsgebäude. *Z* Projectirte Oelreservoire.

Zum Transport der Residuen, welche ebenfalls über Zaritzin verfrachtet werden, bedienen sich die Gebr. Nobel auf dem kaspischen Meere und der Wolga einiger 30 hölzerner Barken. Besonders die Residuen finden einen regen Absatz in Russland, da die meisten Schifffahrtsunternehmungen und Eisenbahnen ihre Dampfkessel bereits auf Residuenheizung eingerichtet haben.

Die Libauer Anlage der Naphta-Productions-Gesellschaft „Gebr. Nobel", exportirt Petroleum und Schmieröldestillate in Fässern und in Tankdampfern, welche wie die Bakuer eingerichtet sind. Von den grossen eisernen Reservoirs wird mit-

telst Druckpumpe das Kerosen durch eine Rohrleitung in die Cisternenschiffe gedrückt, welche das Oel in eine passende Empfangsstation zu Lübeck bringen.

Die Bestimmungen über den Transport von rohem Erdöl, Kerosen und den übrigen Destillationsproducten des Erdöles sind in den verschiedenen Ländern durch besondere Landespolizei-Vorschriften geregelt. Die Erdölproducte werden dann gewöhnlich mit den Braunkohlentheerölen — Solaröl, Photogen — und den Steinkohlentheerölen — Benzol, Toluol, Xylol etc. — rubricirt, und bei grösseren Transporten finden fast dieselben Vorschriften wie für Pulvertransporte statt; so darf der Führer eines Fahrzeuges, welches Petroleum an Bord hat, nur in einer Entfernung von mindestens 200 Schritt von andern Fahrzeugen oder bewohnten Gebäuden anlegen.

Auf den Eisenbahnen dürfen Producte von mindestens 0,68 spec. Gew., sofern nicht dazu besonders construirte Wagen — Bassinwagen — zur Verwendung kommen, nur befördert werden, wenn die Gegenstände entweder in guten dauerhaften Fässern oder in dichten Gefässen aus starkem, gehörig vernietetem Eisenblech etc. verpackt sind. Die Beförderung geschieht dann nur in offnen Wagen und während der Fahrt etwa schadhaft gewordene Gefässe werden sofort ausgeladen und mit dem noch vorhandenen Inhalte für Rechnung des Versenders bestmöglichst verkauft.

Petroleumäther — Gasolin, Neolin etc. — und ähnliche aus Braunkohlen- und Steinkohlentheer bereitete leicht entzündliche Producte von einem specifischen Gewichte unter 0,680 dürfen nur befördert werden in dichten Gefässen aus starkem gehörig vernietetem Eisenblech oder in Gefässen aus sonstigen Metallen oder Glas.

Lagerung. Wie der Transport der Erdölproducte etc. landesgesetzlichen Bestimmungen unterworfen, ist so auch die Lagerung, denn Petroleum, in noch so gut hergestellten Fässern lagernd, verliert mit der Zeit an Gewicht und ist eine zeitweise Leckage, entweder durch Ausdehnung der Flüssigkeit — S. 90

— oder durch sonstiges Schadhaftwerden nicht zu vermeiden; die ausfliessenden Oele oder Naphten verdunsten und geben, mit atmosphärischer Luft gemischt, explodirbare Gase. An luftigen Orten lagernd, verlieren gefüllte Petroleum- etc. Fässer noch mehr an Gewicht. Eine der besten Aufbewahrungsarten der Fässer ist das Vergraben in trocknen Sand; ein feuchter Erdboden würde ein Quellen der Fässer und damit weitere Fehler verursachen.

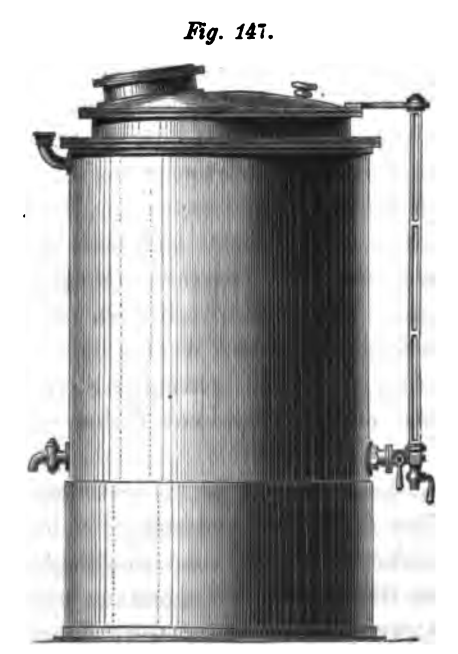
Bei Aufbewahrung grosser Mengen Petroleum etc. hat sich am besten das „Theerhofsystem" — Schuppensystem — bewährt und dient der sogenannte „Theerhof oder Petroleum-Lagerhof", der in bedeutender Entfernung von Baulichkeiten liegen muss, gleich für alle feuergefährlichen Substanzen, wie Kienöl, Terpentinöl etc., welche Kaufleute zu ihrem Handel bedürfen und welche nur in begrenzten Mengen in feuersicheren, nicht heizbaren, gut ventilirten Kellern oder Speicherräumen innerhalb der Stadt aufbewahrt werden dürfen. Ebenso bestehen Vorschriften über die Menge genannter Stoffe, welche nur in einem Verkaufs- oder Fabrikraume vorhanden sein dürfen.

Die Anlage von Petroleum-Lagerhäusern ist an bestimmte Bedingungen geknüpft, so sollen dieselben mindestens 150 bis 200 Meter von anderen Baulichkeiten entfernt und so gelegen sein, dass dieselben von allen Seiten mit Löschgeräthen umfahren werden können. Die Anwendung von Heizconstructionen ist unzulässig. Die Sohle der Lagerräume muss mindestens 6 Decimeter tiefer als die Terrainsohle liegen. Auch müssen sich in denselben Senkgruben von ausreichenden Dimensionen befinden, nach welchen hin der Fussboden ein angemessenes Gefälle hat.

Zum Lagern von Petroleum in beschränkten Mengen neben Verkaufsräumen, ebenso als Vorrathsbehälter für Leuchtthürme, Feuerschiffe etc. eignen sich am besten sogenannte „Petroleumbehälter", welche aus starkem Eisenblech hergestellt und ganz und gar da hart gelöthet sind, wo sie mit dem Petroleum in Berührung kommen. Sie haben gewöhnlich einen Durchmesser von 1000 Mm. und eine Höhe von 1500 Mm. und stehen auf einem Fuss aus vollem Blech, wie ihn Fig. 147 darstellt.

Der luftdichte Deckel mit Luftschraube trägt eine geschlossene Einsteigeöffnung und eine Trichteröffnung. Am Boden befindet sich ein Ablasshahn und an der andern Seite ein Inhaltsanzeigeglas mit Scala. Vielfältig werden auch die Petroleumbehälter mit einem zweiten Wassermantel umgeben, der in manchen Fällen vielleicht Vorzüge hat.

Fig. 147.



Petroleumbehälter.

Jedenfalls geben diese Behälter, weil Leckungen ausgeschlossen sind, weniger Veranlassung zu Feuersgefahren als das Aufbewahren in Fässern.

Niemals dürfen Räume, in welchen Benzin, Petroleum, Aether, Spiritus etc. lagert, mit einem offenen Lichte betreten werden, da stets in solchen Räumen mehr oder minder explodirbare Dämpfe vorhanden sind. Sind daher solche Lagerräume nicht von aussen durch Fenster zu beleuchten, so darf nur eine Sicherheitslampe benutzt werden, deren älteste Construction von Davy herrührt und als Davy'sche Sicherheitslampe allgemein bekannt ist.

Eine bedeutende Verbesserung zeigt die Wolf'sche Sicherheitslampe (Friemann & Wolf, Zwickau) D. R. P. 21923, welche mit einer Vorrichtung versehen ist, wodurch dieselbe, ohne geöffnet zu werden, entzündet werden kann.

Die Figuren 148, 149 und 150 veranschaulichen die Einrichtung.

Als Brennmaterial dient Benzin. Beim Füllen wird das Obertheil *a* — Fig. 148 — und nach diesem die Verschrau-

bung *b* abgeschraubt, die Dochthülse *c* herausgenommen und so viel Benzin in den Lampentopf *d* gefüllt, als die in demselben befindliche Watte aufsaugt, so dass beim event. Umstürzen der Laterne flüssiges Benzin nicht herausläuft.

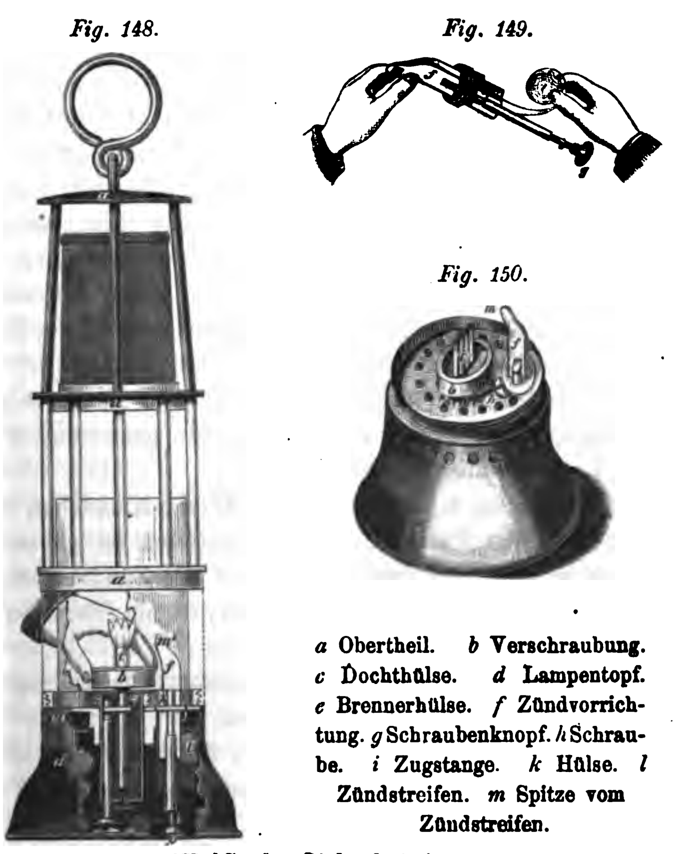


Fig. 148. *Fig. 149.* *Fig. 150.*

a Obertheil. *b* Verschraubung. *c* Dochthülse. *d* Lampentopf. *e* Brennerhülse. *f* Zündvorrichtung. *g* Schraubenknopf. *h* Schraube. *i* Zugstange. *k* Hülse. *l* Zündstreifen. *m* Spitze vom Zündstreifen.

Wolf'sche Sicherheitslampe.

Nach dem Füllen werden die beiden vorerwähnten Verschraubungen wieder fest verschraubt und hat man darauf zu achten, dass die unter der Brennerhülse *e* befindliche Lederscheibe nicht verschoben ist.

Um frische Zündstreifen in die Zündvorrichtung *f* zu legen, nehme man dieselbe heraus und wird zu diesem Behufe der am unteren Lampentopfboden befindliche Schraubenknopf *g*

abgeschraubt, sowie die im Innern der Laterne neben der Zündvorrichtung befindliche halbköpfige Schraube *h* — Fig. 148 und 149 — so gedreht, dass die Zündvorrichtung herausgenommen werden kann.

Der Zündstreifen wird leicht auf folgende Weise in die Zündvorrichtung eingebracht. Man ziehe die Zugstange *i* — Fig. 148 und 150 — so weit es geht heraus, schiebe den Zündstreifen *l* bei *k* so weit in die Zündvorrichtung, dass der Streifen bei *m* sichtbar wird, hierauf schiebt man die Zugstange *i* wieder so weit hinein, dass die erste Zündpille des Streifens gezündet hat. Dann rolle man den Streifen recht enge zusammen und bringe die ganze Zündvorrichtung, mit dem Streifen zuerst, wieder in den Lampentopf, drehe die halbköpfige Schraube *h* — Fig. 148 und 149 — mit der vollen Kopfseite nach der Zündvorrichtung und schraube den Knopf *g* wieder an.

Beim Zünden wird die Zugstange *i* so weit als es bequem geht, herausgezogen und wieder kurz hinein gestossen, wobei sich die Laterne sofort entzündet.

Das zweite, am Lampenboden befindliche Knöpfchen dient zur Regulirung der Flamme. Der Zündstreifen ist an seinem Ende roth gefärbt, so dass man, ohne die Zündvorrichtung herauszunehmen, leicht erkennen kann, wenn derselbe zu Ende ist.

Das Drahtgewebe muss immer russfrei gehalten werden, um der Luft genügend Zutritt zu lassen.

Auch drehe man den Docht beim Zünden etwas heraus und neige die Laterne zur Seite, damit der Zündstrahl den Docht besser trifft; achte aber darauf, dass im Anfange die Flamme nicht zu gross ist, sonst würde sich die Laterne zu sehr erwärmen und die Flamme leicht russen.

---

9. Verwerthung der Erdölproducte und Erdölrückstände als Feuerungsmaterial etc.

In den vorhergehenden Abschnitten ist hinreichend über die Verwendung der Erdölproducte Mittheilung gemacht, es kann daher vom technischen Standpunkte aus hier nur die

Verwendung als Heizmaterial Platz finden und kann es sich hier auch weniger um die ausgedehnte Anwendung des Petroleum in Kochapparaten, welche sich schon Ende der sechziger Jahre einführten, als um die Anwendung der Erdölproducte im Grossbetrieb handeln.

Bei den Petroleum-Kochapparaten sind die verschiedensten Vorrichtungen für eine vollständige Verbrennung desselben im Gebrauch. Hauptsache ist bei diesen Apparaten die Zuführung von Luft in feinen Strömen 1. durch siebartig durchlöcherte Platten unterhalb der Brennermündung, 2. durch mehrere Reihen seitlicher feiner Löcher. Die Kochapparate mit Rundbrenner besitzen keinen Vorzug vor denen mit Flachbrennern, sondern sind nur theurer. Um ein Verkohlen der Dochte zu vermeiden, werden Asbestdochte angewendet, d. h. einfache baumwollene Dochte, welche nur an ihrem oberen, an der Brennermündung befindlichen Theile Asbestfäden enthalten.

Wenige Zeit darauf, nachdem schon 1862 von Bidley, von Shaw etc. Patente in den Vereinigten Staaten entnommen waren, führten sich die Petroleummotoren als Kraftmaschinen ein und sind die in der nordamerikanischen Marine mit Petroleum angestellten Versuche günstig ausgefallen; ein Dampfer, mit Petroleum geheizt, kann die See unter Dampf dreimal so lang mit weniger Arbeit und grösserer Oekonomie halten, als mit einem gleichen Gewicht Steinkohlen. Bei der Beurtheilung fiel noch ins Gewicht, dass das Petroleum bei vollständiger Verbrennung keinen Rauch, sondern nur einen wässrigen Dunst bildet, es fallen daher auch die Rauchkamine weg.

1867 begann auch C. Weiser in Baku die Residuen als Kesselheizung mit gutem Erfolg zu verwerthen. Obwohl die Russen sich schon seit längerer Zeit des Petroleum zur Heizung von Schiffsdampfkesseln und Locomotiven bedienen, hat man erst vor Kurzem in Westeuropa mit diesen Brennstoffen Versuche veranstaltet. Auf eine Marseiller Dampfer-Gesellschaft folgte neuerdings eine Newcastler Rhederfirma, welche regelmässige Dampferverbindungen mit dem schwarzen Meere unterhält und daher das Erdöl sehr bequem beziehen kann.

Von den Riesendampffähren, welche den Verkehr zwischen Oakland und San Franzisco vermitteln, werden bereits 4 ausschliesslich mit Erdöl geheizt. Die Ersparniss ist eine bedeutende, wobei allerdings in Anschlag zu bringen ist, das Californien bereits viel Petroleum erzeugt. Ueberall zeigt sich die überlegene Heizkraft des Petroleum gegenüber der Kohle.

Nach ausgedehnten Versuchen von H. St. Clair Deville (1866—1870) ist die Heizkraft verschiedener Erdöle etc. in Wärmeeinheiten ausgedrückt folgende:

Heizwerthe verschiedener Erdöle etc. in Wärmeeinheiten.

Erdöle, Kohlen etc. von:	Beschaffenheit des Oeles	Spec. Gew.	Wärmeeinheiten
White Oak, West-Virginien . .	Schmieröl	0,873	10180
Burning Springs „ . .	Leuchtöl	0,841	10223
Oil Creek, Pennsylvanien . .	„	0,816	9963
Ohio	schweres	0,887	10399
Plummer farm, Franklin, Penns.	Schmieröl	0,886	10672
Parma nahe Sato	Rohöl	0,786	10121
Java, District Tima-acon . . .	„	0,923	10831
„ „ Madja	„	0,823	9593
Bechelbronn	„	0,892	10020
Schwabweiler	„	0,861	10458
Ostgalizien	„	0,870	10005
Westgalizien	„	0,885	10231
Brandschieferöl von Autun . .	roh	0,870	9950
Steinkohlentheeröl von Paris .	schweres	1,044	8916
Kiefernharzöl	„	0,985	10081
Steinkohlen durchschnittlich. . .	—	—	7500
Coks „ . .	—	—	6500
Braunkohle „ . .	—	—	4500
Torf, lufttrocken „ . .	—	—	3000
Holz, „ „ . .	—	—	2800

Als Maasseinheit für die Wärme in der Wissenschaft und in der Technik wird diejenige Wärmemenge, welche nöthig ist,

um die Temperatur der Gewichtseinheit „Kilogramm“ destillirten Wassers von 0° C. auf 1° C. zu erhöhen und diese Wärmemenge heisst „**Wärmeeinheit** oder **Calorie** = W. E.“

Es liefern absolute Heizeffecte — Seite 138 — bei vollständiger Verbrennung mit Sauerstoff:

Kohlenstoff zu Kohlensäure	8080	W.E.
Kohlenstoff zu Kohlenoxyd	2473	„
Kohlenoxyd zu Kohlensäure	2407	„
Wasserstoff zu Wasser	34462	„
Grubengas CH_4 zu Kohlensäure und Wasser	13063	„
Aethylen zu Kohlensäure und Wasser .	11858	„

Als Maass der Heizkraft dienen die Anzahl Kilogramme Wasser von 0° C., welche durch 1 Kilogramm Brennstoff in gesättigten Dampf von 150° C. verwandelt werden und sind zur Erzeugung von Dämpfen von 150° C. = 4,7 Atmosphärendruck 652 Wärmeeinheiten erforderlich. Die theoretischen Verdampfungswerthe sind dadurch zu erhalten, dass die Gesammtwärmeeinheiten durch 652 dividirt werden und zwar wird von der procentischen Zusammensetzung der Verbindung ausgegangen.

Das Erdöl hat eine durchschnittliche % Zusammensetzung von Kohlenstoff 86 und Wasserstoff 14, es ist mithin:

Kohlenstoff C . . . . 0,86 . 8080 = 6948 und 11772
Wasserstoff H . . . . 0,14 . 34462 = 4824 652 = 18,06
11772 W.E.

Mit einem Kilogramm Erdöl können daher 18,06 Kilogramm Wasser verdampft werden. Der theoretische Verdampfungswerth entspricht aber niemals dem der Wirklichkeit; die thatsächlichen Verdampfungswerthe von 1 Kilogramm Brennmaterial sind in der Tabelle auf Seite 659 angegeben.

Die Grösse der Heizkraft eines Materials hängt also von dem Vorherrschen des Kohlenstoffes — Seite 74 — ab, weil dessen Verbrennungsproduct — Kohlensäure — nur etwa viermal so wenig Wärme entführt, als das des Wasserstoffs — der Wasserdampf —. Die specifische Wärme des Wassers ist viermal so gross, wie die der Kohlensäure und diese entsteht in nicht halb so grosser Menge wie ersteres, denn 1 Kilogramm

Fig. 151.

Tender und Feuerbüchse einer Locomotive mit Petroleumfeuerung.

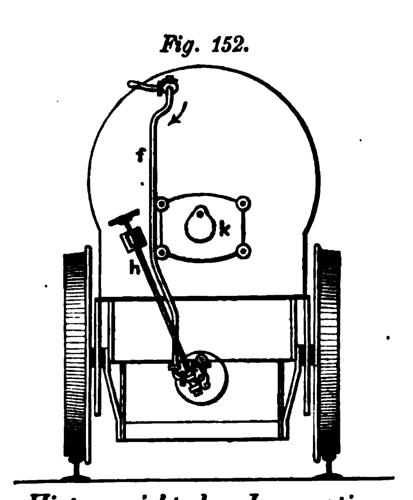
A Wasserraum. *B* Petroleumraum. *C* Feuerkasten. *D* Kesselraum.
a Wassersammler. *b, c* Fülltrichter. *d* Dampfleitung. *e* Petroleumleitung. *f* Dampfleitung vom Dom. *g* Ablasshahn.
h Regulirspindel. *i* Strahlinjector. *k* Guckloch.

Wasserstoff liefert 9 Kilogramm Wasser, während 1 Kilogramm Kohlenstoff nur 3,4 Kilogramm Kohlensäure liefert.

Verdampfungswerthe der Heizungsmaterialien.

Brennmaterialien	Verdampfungsfähigkeit theoretisch	Verdampfungsfähigkeit in Wirklichkeit
Erdöl	18,06 Kilogr.	14—16 Kilogr.
Anthracit	12,50 „	7—9 „
Steinkohle	11,70 „	5—8 „
Coks	10,00 „	5—8 „
Braunkohle	7,10 „	2,5—4 „
Torf	4,70 „	2—2,5 „

Fig. 152.

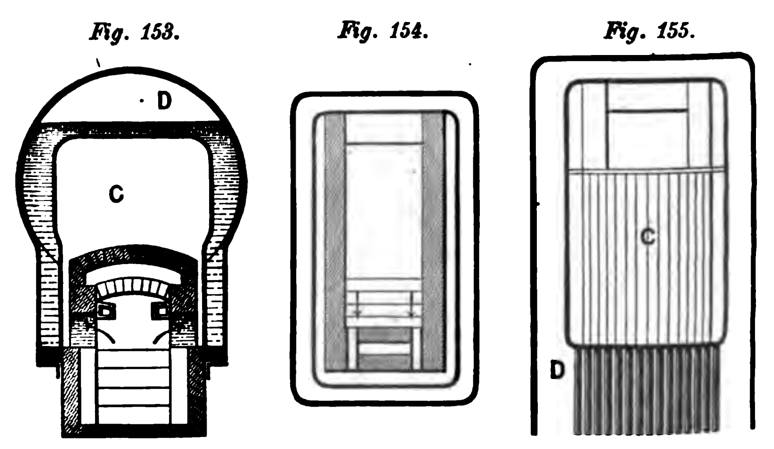


Hinteransicht der Locomotive.

f Dampfleitung. *h* Regulirspindel. *k* Guckloch.

Werden Residuen mit Anthracit verglichen, so ergiebt sich, dass die ersteren eine Verdampfungsfähigkeit von 16,2 Kilogr. Wasser pro 1 Kilogr. Brennmaterial besitzen und Anthracit eine solche von 12,2 Kilogr. bei dem effectiven Dampfdruck von 8 Atmosphären oder von 8,25 Kilogr. auf den Quadratcentimeter. Hieraus folgt, dass die Residuen im Verhältniss des Gewichtes eine 33 % grössere Verdampfungskraft besitzen als Anthracit.

Bei der Locomotivfeuerung nur werden im Durchschnitt 7,5 Kilogr. Wasser mit 1 Kilogr. Anthracit verdampft, man erreicht dabei also einen Nutzeffect von 60 %, während 40 % der Heizkraft unvermeidlich verloren gehen. Mit Petroleum wird dagegen eine Verdampfung von 12,25 Kilogr. Wasser und ein Nutzeffect von $\frac{12,25}{16,2} = 75\,\%$ erzielt. Es folgt hieraus 1. dass das Petroleum theoretisch eine um 33 % grössere Verdampfungskraft besitzt als Anthracit, 2. dass sein Nutzeffect um 15 % grösser ist (75 % anstatt 60 %).

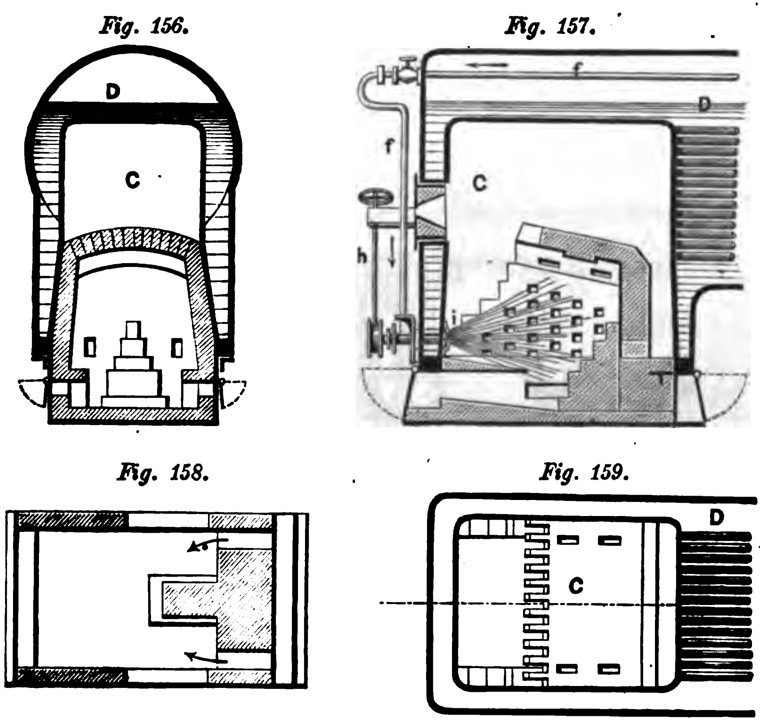


Schnitte durch den Feuerkasten.
C Feuerkasten. *D* Kesselraum.

Auf der Griasi-Tzaritziner Eisenbahn sind sämmtliche Locomotiven für Naphta- resp. Residuenheizung nach dem System Urquhard eingerichtet und ist in den Figuren 151—160 die Einrichtung dargestellt.

Das Princip der Feuerung mit Petroleum besteht darin, einen Oelstrahl durch einen Dampfstrahl in der Feuerbüchse zu zerstäuben, dass das Petroleum dadurch leichter entzündbar wird. Alle bezüglichen Bemühungen der Ingenieure sind darauf gerichtet gewesen, einen Strahlinjector zu construiren, welcher den Petroleumstrahl vermittelst Dampf oder comprimirter Luft die höchste Vertheilung zur leichteren Entzündbar-

keit giebt. Für letzteren Zweck sind alle bekannten Strahlinjectoren mit langen und engen Oeffnungen — für das Petroleum und auch für den Dampf — versehen und überschreitet die Weite dieser Oeffnungen $^1/_2$—2 Mm. nicht, dieselbe kann bei einzelnen Injectoren adjustirt werden. Neben dem Urquhart-schen Strahlinjector — Fig. 160 — sind namentlich noch



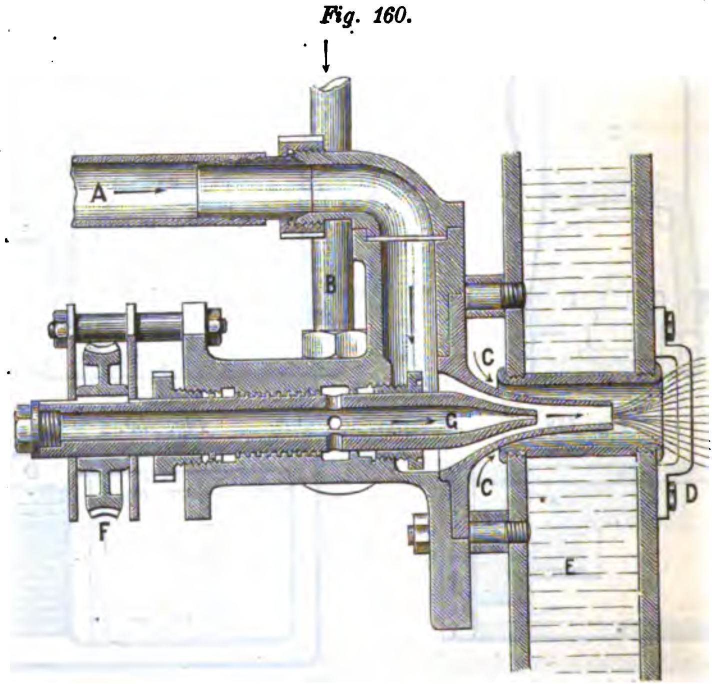
Aeltere Einrichtung einer Verbrennungskammer.
C Feuerkasten. *D* Kesselraum. *f* Dampfleitung. *h* Regulirspindel. *i* Injector.

in Gebrauch der Lentz'sche Petroleum-Strahlapparat, Forsunka genannt — Fig. 161 —, Artemeff's Strahlinjector — Fig. 163—166 und Karapetoff's Apparat für Petroleum — Fig. 167—169 —.

Die sehr einfache Construction des Urquhart'schen Strahlinjectors ist in Fig. 160 ersichtlich. Seine grosse Einfachheit ist in der That sein besonderer Vorzug und wird letzterer noch

dadurch erhöht, dass die Construction des Injectors es gestattet, das Feuer augenblicklich zu unterbrechen und während der Fahrt und beim Anhalten an Stationen, je nach den Anforderungen des Dampfkessels, aufs Genaueste zu reguliren. Die in den Fig. 150—159 dargestellte Verbrennungskammer ist in der dort gegebenen Weise mit Ziegelmauerwerk versehen und wirkt dieses beim Erhitzen als Regenerator. Das Mauerwerk enthält

Fig. 160.

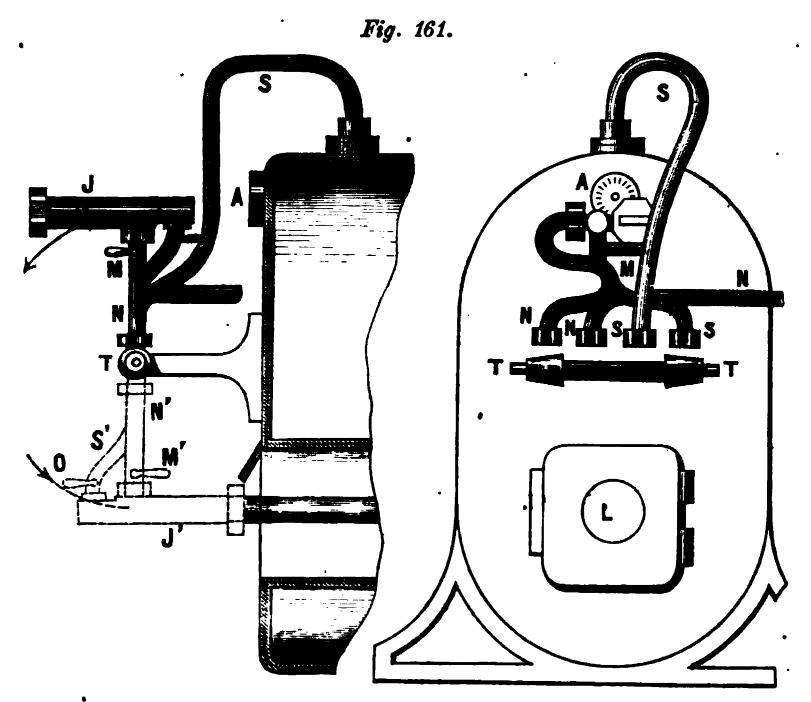


Urquhart's Strahlinjector (Schnitt).

so viele Kanäle — Gasdurchlässe — als neben einer genügend stabilen Construction desselben zulässig sind. Der freie Austritt der brennbaren Gase erleidet hierdurch einen gewissen Widerstand und werden die Gase dabei längere Zeit in der Verbrennungskammer und der Feuerbüchse zurückgehalten. Man erreicht auf diese Weise eine vollkommene Mischung der Gase mit der atmosphärischen Luft und gleichfalls einen langen Kreislauf derselben vor ihrem Eintritt in die Siederöhren.

Die Zeichnungen — Fig. 158 und 159 — zeigen die für die Erzielung der besten Resultate gemachten verschiedenen Anordnungen des Mauerwerks, deren Princip aber durchweg dasselbe ist. In den Figuren 156—159 ist die Anordnung zu ersehen, welche für Locomotiven am geeignetsten befunden

Fig. 161.



Lentz'scher Petroleum-Strahlapparat (*Forsunka*).

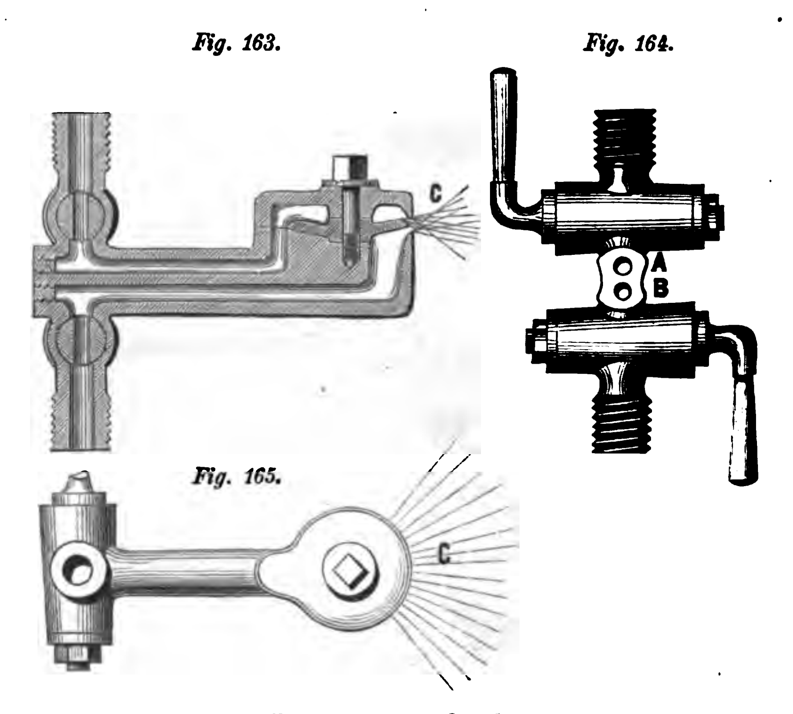
A Dampfdruckmesser. *J* Strahlapparat in aufgedrehtem Zustande. *J'* Strahlapparat in Thätigkeit. *S* Dampfzuleitung. *N* Petroleumleitung. *M* Hahn der Leitung. *T* Drehzapfen. *O* Dampfhahn.

wurde. Eine sehr merkbare Verschiedenheit der Resultate wird durch die in den Figuren 153—155 dargestellte Regenerator-Feuerung erzielt. Letztere bezweckt, die Luft so heiss als möglich zu erhitzen und zwar dadurch, dass man die Luft durch die Aschenkastenklappe einführt und in den engen verticalen Canal des Mauerwerks leitet.

Zur ersten Anfeuerung und zur anfänglichen Dampfentwicklung wird Dampf aus einer im Betriebe stehenden Rangir-

maschine der Petroleum-Locomotive — Fig. 151 — zugeführt und dadurch der Strahlinjector in Thätigkeit gesetzt, auch gleichzeitig ein Zug im Schornstein erzeugt. Zur ersten Anfeuerung entnimmt man wohl auch den Dampf einem stationären Kessel.

In der Praxis wird aus kaltem Wasser Dampf von 3 At-

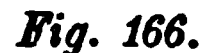


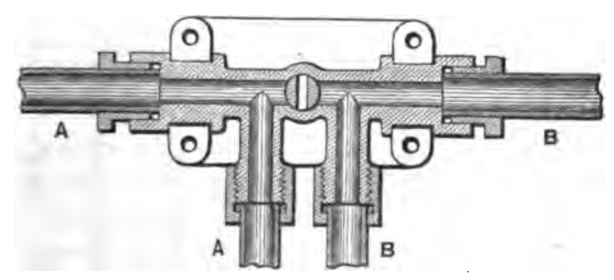
Artemeff's Petroleum-Strahlapparat.
A Petroleumzuleitung. *B* Dampfzuleitung. *C* Mischstrahl.

mosphären Spannung in 20 Minuten erzeugt und ist dann der Hülfsdampf aus Rangirmaschinen oder stationären Kesseln entbehrlich, indem dann der Dampfstrahlinjector mit dem Dampfe des eignen Kessels betrieben werden kann und erreicht eine Dampfspannung von 8 Atmosphären in 40—50 Minuten, von der Zeit der ersten Inbetriebsetzung des Injectors an gerechnet. Beim gewöhnlichen täglichen Betriebe, bei welchem es nur erforderlich ist, aus dem im Kessel befindlichen warmen oder

heissen Wasser Dampf zu erzeugen, wird die volle Dampfspannung von 7—8 Atmosphären in circa 20—25 Minuten erreicht.

Bei den ersten Versuchen mit Petroleum für Locomotivfeuerung wurde ein besonderes etwa 3 Tonnen Petroleum haltendes Gefäss auf den Tender gestellt und darauf befestigt. Hierbei ist aber immerhin noch die Gefahr vorhanden, dass im Falle eines Zusammenstossens von Zügen der Petroleumbehälter nach vorwärts auf die Locomotive geworfen wird; man hat deshalb bei Einführung permanenter Petroleumfeuerung sich dafür entschieden, das Petroleumgefäss auf der Stelle des früheren Kohlenraumes zwischen den seitlichen Wasserbehältern


Fig. 166.



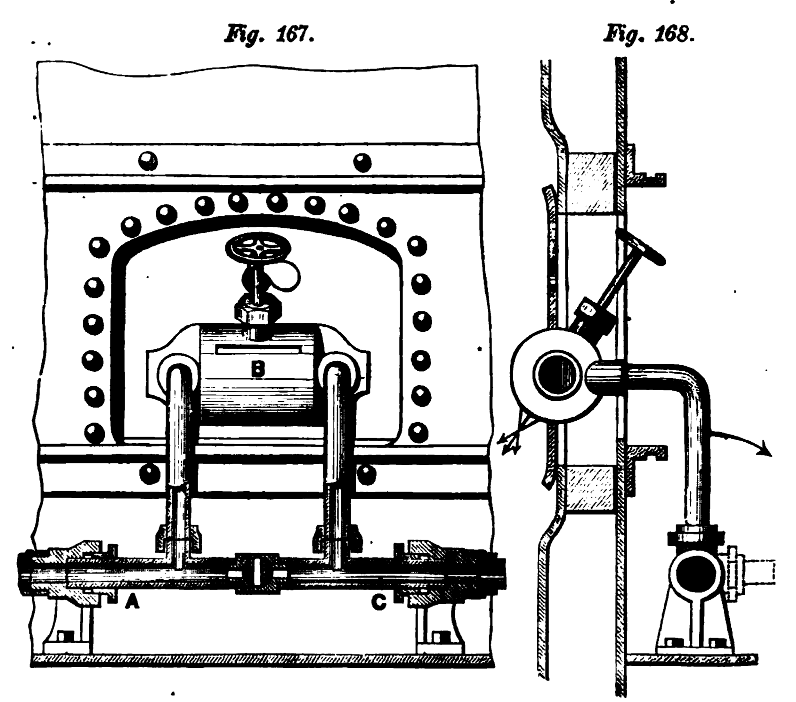
Rohrverbindung zu Artemeff's Apparat.

anzubringen. Diese aus Fig. 151 ersichtliche Anordnung gewährt grössere Sicherheit; dieselbe ist auch mit geringeren Anlagekosten verbunden, da 3 Seiten des Petroleumbehälters bereits vorhanden sind und nur Blechtafeln an der vierten Seite und zum Abschluss nach oben hinzugefügt werden müssen.

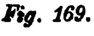
Diese Anordnung hat den ferneren Vortheil, dass im Winter beim Erwärmen des Tenderwassers das Petroleum gleichzeitig mit erwärmt wird. Trotz dieser Miterwärmung ist aber das beim Ablasshahn *g* — Fig. 151 — angebrachte ringförmig gebogene Dampfrohr *d* eine Nothwendigkeit und muss dasselbe stets in Betrieb gehalten werden, wenn die Aussentemperatur auf 12° F. unter den Gefrierpunkt sinkt. Das Rohr *d* erhält seinen Dampf durch das Dampfrohr, welches durch den graden Theil der Haupt-Petroleumröhre *e* geführt ist. Jeder Tender-

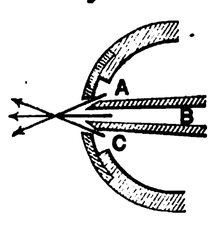
Petroleumbehälter ist mit einem Wasseransammler versehen und dient der daran angebrachte Hahn zum Ablassen des

Fig. 167. *Fig. 168.*



Karapetoff's Apparat für Petroleumfeuerung.
A Petroleumzuleitung. *B* Luftkanal. *C* Dampfzuleitung.


Fig. 169.



Düse zu Karapetoff's Apparat.
A Petroleumkammer. *B* Luftkanal. *C* Dampfkammer.

Wassers. Ferner sind die Tender-Petroleumtanks mit einem Standglas von 24 Mm. Durchmesser verbunden. Das Glas ist über 1,25 M. lang und an einem hölzernen mit einer Zollscala versehenen Rahmen befestigt. Jeder Zoll der Scala resp. des Standglases ist einer Anzahl von Pfunden Petroleum in dem rechteckigen Behälter äquivalent und kann der Locomotivführer den Petroleumverbrauch an der Scala ablesen. Der Behälter einer

sechsrädrigen Locomotive fast $3\frac{1}{2}$ Tonne Petroleum und genügt dieses Quantum für das Fahren eines Eisenbahnzuges von 480 Tonnen Bruttogewicht — excl. Tender und Locomotive — auf 250 Meilen Entfernung.

Zum Füllen des Tender-Petroleumbehälters ist die Anwendung von aus Drahtgewebe hergestellten Seih- oder Filtrirtrichtern von Wichtigkeit, letztere zwei in einander gesetzte werden in dem Fülltrichter *c* befestigt und besitzt der äussere Trichter eine Maschenweite von 6 Mm. und der innere eine solche von 3 Mm. Diese Trichter werden von Zeit zu Zeit herausgenommen und gereinigt, es wird dadurch die Einführung fester Bestandtheile mit dem Petroleum und das Einschmutzen des Injectors vermieden. Sollte trotzdem ein fester Körper geringer Grösse mit durchgeführt werden, so lassen sich die Folgen davon dadurch wieder ausgleichen, dass man den Dampfkegel des Injectors — Fig. 160 — so weit zuschraubt, dass die festen Körper durchgehen und durch den Dampf in den Feuerraum geblasen werden. Dieses Hülfsmittel kann man selbst während der Fahrt anwenden und entsteht dadurch keine grössere Unbequemlichkeit, als dass in Folge der plötzlichen Zuführung von zu vielem Brennmaterial ein momentaner Ausstoss von dichtem Dampf erfolgt.

Beim Anfeuern der Locomotive müssen gewisse Vorsichtsmaassregeln befolgt werden, um eine Explosion der in der Feuerbüchse etwa angesammelten Gase zu verhüten. Solche Explosionen bestehen indess nur in einem ohne lauten Knall erfolgenden Gasstoss, welcher Rauch aus der Klappe des Aschenkastens treibt. Es ist zunächst erforderlich, eine kleine Quantität Dampf durch den Schieberkasten zu blasen, um etwa darin enthaltenes Wasser zu entfernen und müssen hierbei die Klappen des Aschenkastens offen gehalten werden; gleichzeitig auch setzt man das Blasrohr des Schornsteins für einige Secunden in Betrieb, um etwa vorhandenes Gas aus dem Schornstein zu treiben. Hiernach legt man auf den Boden der Verbrennungskammer ein Stück mit Petroleum getränkten und hellbrennenden Baumwollenabfall oder statt dessen eine Hand voll brennender Hobelspäne und öffnet nun zuerst das Dampfventil des Injectors

und danach die Petroleumdüse für einen schwachen Strahl; letzterer wird dann bei Berührung mit der brennenden Baumwolle sofort und ohne Explosion entzündet werden. Der Petroleumstrahl kann jetzt nach Belieben verstärkt werden.

Durch Beobachtung des aus dem Schornstein tretenden Rauches lässt sich der Petroleumzufluss genau regeln und gilt dabei als allgemeine Regel, dass der Dampf durchsichtig und leicht sein muss, da in solchem Falle die zugeführte Luft zum verbrannten Petroleum im richtigen Verhältnisse steht. Ueberhaupt steht die Verbrennung ganz und gar unter der Controle des Locomotivführers und lässt sich dieselbe so leiten, dass überhaupt kein Rauch erfolgt.

Die über der Locomotiv-Fussplatte — Fig. 151 — befindliche, zum Reguliren des Petroleumzuflusses dienende Spindel *h* ist mit doppeltem Schraubengang, einer messingenen Mutter und Zeiger versehen. Letzterer durchläuft eine von 0—20 eingetheilte, messingene Scala und ermöglicht es dem Heizer, den Petroleumzufluss danach auch während der Nacht zu reguliren, da im Dunkeln Dampf vom Rauch des Schornsteins nicht genau unterschieden werden kann. Ausserdem ist die Feuerungsthür mit dem Guckloch *k* versehen. Diese Thür ist stets verschlossen und in der That, wie aus den Figuren 151 und 159 ersichtlich, mit Backsteinen vermauert und durch eine Blechtafel verschlossen. Durch das Guckloch lässt sich nun auch in der Nacht beobachten, ob das Feuer hell oder dunkel ist. Die Erfahrung hat ergeben, dass selbst vollständig unerfahrene Leute nach nur wenigen Fahrten vollkommen geschickt in der Feuerung mit Petroleum wurden.

Gegenwärtig sind circa 150 Locomotiven mit Petroleumfeuerung im Betriebe; theils sechsrädrige Personenzug-Locomotiven von Borsig, theils achträdrige gekuppelte Güterzugmaschinen von Kessler, theils sechsrädrige gekuppelte Locomotiven von Borsig und von Schneider & Co. Die Hauptmaasse der Locomotiven sind in der Tabelle auf folgender Seite angegeben.

Ausser zur Locomotivfeuerung wird das Petroleum jetzt auch zum Heizen anderer Dampfkessel in gleicher Weise öko-

Hauptmaasse der russischen Locomotiven mit Petroleumfeuerung.

Gegenstand	Personenzug-Locomotive Borsig.	8 rädrige Güterzug-Locomotive Kessler.	6 rädrige gekuppelte Locomotive Borsig u. Schneider	Maasse
Kolben	440×560	500×650	460 × 610	Millimeter
Kesseldruck	8—9	9	9	Atmosph.
Durchm. der Treibräder	1600	1200	1295	Millimeter
Adhäsionsgewicht . .	25	46	36	Tonnen
Totale Heizfläche . .	100	180,7	114,9	□ Meter
Mittlere Geschwindigkeit pro Stunde . .	48	23	25	Kilometer

nomisch angewendet, so feuert man mit Petroleum in den Borisoglebek-Werkstätten einen mit zwei Feuerräumen versehenen Galloway-Kessel, ebenso ist der Werkstätten-Dampfkessel in Tzaritzin gleichfalls für Petroleum eingerichtet und zwar entspricht die Anlage der Locomotivfeuerung.

Eine fernere Verwendung finden die Erdölproducte zum Heizen von Rost- und Schmelzöfen, Puddel- und Schweissöfen und selbst von Eisenhochöfen.

IX. Verarbeitung des Erdwachses — Ozokerits —. Trennung der darin enthaltenen Stoffe in Benzin, Leuchtöl, Blauöl, Vaseline, Paraffin. Gewinnung des Erdwachses durch Extraction. Reinigung des Erdwachses zu Ceresin.

Das Erdwachs — Seite 42, 129 —, wie es in Galizien gefördert wird — Seite 534 — ist keine Handelswaare, da es von anhaftenden erdigen und steinigen Theilen verunreinigt und im Aussehen, als auch in der Consistenz sehr verschieden ist. Es wird daher das „**Rohwachs**" mehreren Proceduren unterworfen. Die grösseren Stücke werden ausgesucht, „**Klaubwachs**", die kleineren dagegen aus dem Schutt mit Wasser ausgewaschen, „**Waschwachs**", wobei die Wachspartikelchen an die Oberfläche treten, während die Verunreinigungen als specicifisch schwerer untersinken. Die Verunreinigungen heissen „**Waschlep**" — Seite 130 — und behalten immer noch 1—2½ % Wachs zurück. Die verschiedenen Sorten K l a u b - und W a s c h w a c h s werden nun in grossen offenen Kesseln mit wenig Wasser über freiem Feuer, dass nur die Seitenwände des Kessels erhitzt werden, geschmolzen, wobei sich die erdigen Theile auf dem Boden des Kessels absetzen, „**Schmelzlep**", während das geschmolzene reine Wachs abgeschöpft und in Formen von 50—100 Kilo Inhalt gefüllt wird. Der S c h m e l z l e p enthält noch 6—12% Wachs so fest zurück, dass es nur durch Extraction gewonnen werden kann. Die Formen sind meist aus Eisen gefertigte abgestutzte Kegel, welche innen mit Kalkmilch angestrichen sind, damit der Wachsblock nicht fest haftet.

Dieses Schmelzwachs ist nun erst die Handelswaare und liegt der Schmelzpunkt zwischen 56—70° C.; nach dem Schmelzpunkte richtet sich der Preis des Erdwachses, nebenbei kommt nur die Farbe in Betracht, welche ziemlich hell sein soll, aber von hellgrün bis braun schwankt. Eine gute Handelswaare soll zwischen den Fingern geknetet sehr bildsam werden und jeden Druck scharf zeigen; beim Schneiden mit einem Messer soll der Schnitt kein glattes käseartiges Aussehen zeigen, sondern es muss das Erdwachs an der Messerklinge haften. Trotz der allgemeinen Versuche, welche eine gute Handelswaare erkennen lassen würden, handelt es sich noch um die Frage, ob das Erdwachs zur Ceresin- oder Paraffinfabrikation dienen soll und würde im letzteren Falle dasjenige Erdwachs am besten sein, dessen Erstarrungspunkt am niedrigsten liegt.

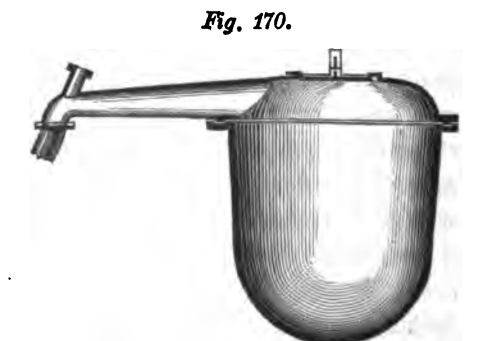
Die Structur und der Schmelzpunkt des Ozokerits wird nach E. Sauerlandt durch seine Hauptbestandtheile: Paraffin und Wachsharz bedingt, denn Sauerlandt unterscheidet bei einer möglichst jede Zersetzung vermeidenden und mit überhitztem Dampf geleiteten Destillation des Ozokerites folgende Bestandtheile:

1. Leichtsiedende flüssige Kohlenwasserstoffe.
2. Paraffine, zum grössten Theile mit einem Schmelzpunkte von 60—70° C.
3. harzartige Körper, genannt „Wachsharze“.
4. Brandharze und 5. Coks.

Paraffin und Wachsharz sind beide feste Körper, jedoch hat das letztere einen bedeutend höheren Schmelzpunkt als das Paraffin. Es muss also von solchen Ozokeriten, welche gleiche Structur resp. Festigkeit zeigen, dasjenige mit niederem Schmelzpunkte einen höheren Paraffingehalt besitzen, sich also besser zur Paraffinfabrikation eignen als ein Ozokerit mit höherem Schmelzpunkte, welches mehr Wachsharz besitzt und daher geeigneter für die Ceresinfabrikation ist. Zur näheren Untersuchung wird nach Sauerlandt gut ausgewähltes Erdwachs in der Destillirblase langsam bis auf 120° C. erwärmt, wobei nur sehr geringe Mengen von specifisch leichten Mineralölen übergehen; circa 3—7 % flüssige Kohlenwasserstoffe von durch-

schnittlich 0,780—0,790 spec. Gew. destiliren aber schnell beim Einströmenlassen von Dampf bei oben angegebener Temperatur. Sobald eine Stockung im Gange der Destillation eintritt, muss die Temperatur der zu destillirenden Masse erhöht werden und erst bei 300 Grad beginnt eine lebhafte Destillation bei allmähliger Steigerung der Temperatur auf 320° C.; dabei destilliren im Ganzen 55—70 % und zwar in der ersten Periode circa 10 % weichere Paraffinmassen, in der weiteren fast reines Paraffin von 55—62° C. Schmelzpunkt, zum grössten Theile aber aus 60—62 grädigem — Seite 395 — bestehend. Nachdem dieses im Ozokerite schon ausgebildet vorhandene Paraffin

Fig. 170.



Erdwachs - Destillirblase.

abdestillirt ist, muss das Feuer unter dem Destillirkessel, so wie im Dampfüberhitzer wiederum verstärkt werden und es gehen dann zwischen 380—420° C. 15—20 % harzartige, sauerstoffhaltige, gelbgefärbte Körper über, welche wenig oder gar kein Paraffin enthalten, aber bei einer trocknen Destillation unter Zersetzung Paraffin, flüssige Kohlenwasserstoffe und Gase liefern. Wird die Destillation des Erdwachses bis zur Trockenheit getrieben, so gehen schliesslich noch Brandharze über, und es bleibt in der Blase ein fester, dichter Coks zurück, wie schon oben erwähnt.

Die erste Verarbeitung des Ozokerits im grösseren Maassstabe fällt in Galizien mit der Destillation des Erdöles zusammen in das Ende der Fünfziger Jahre, als die sächsisch-thüringische Mineralöl- und Paraffinindustrie einen so mächtigen Aufschwung

nahm. Es wurde bis vor circa 10—12 Jahren das Erdwachs ausschliesslich zur Paraffindarstellung benutzt — jetzt etwa nur ⅓ des auf den Markt kommenden — und anfänglich die Destillation nur über freiem Feuer vorgenommen. Mitte der Siebziger Jahre begann auch die Verarbeitung des Neft-gil — Seite 42 — auf der Insel Swjatoi-Ostrow im kaspischen Meere; das Material wird aus Truchmenien per Schiff nach der Insel transportirt.

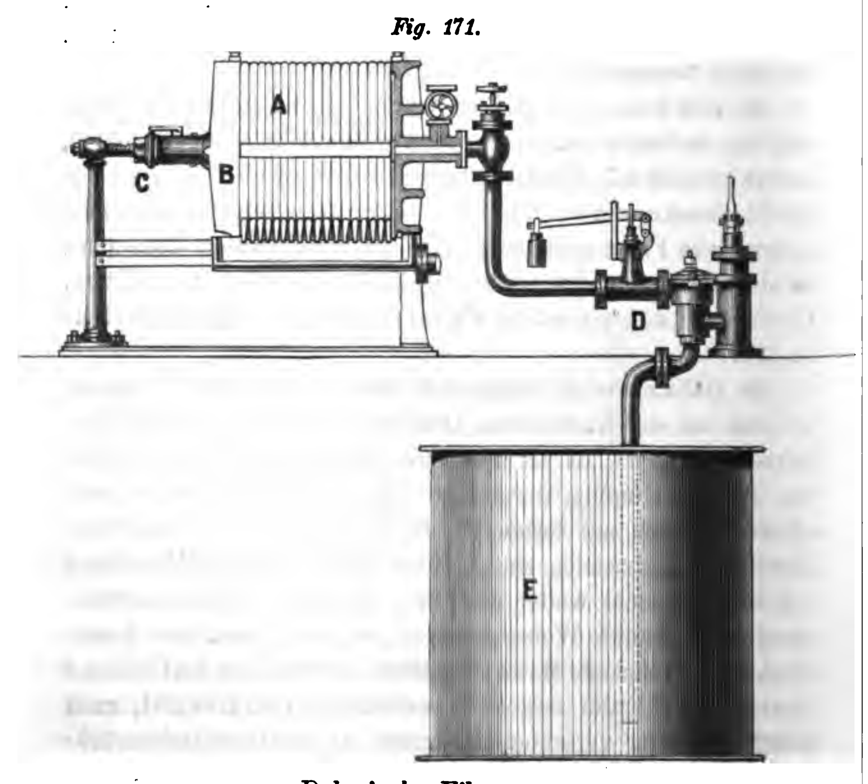
In den besseren Fabriken waren, um zu starke Erhitzung und ein zu hohes Aufsteigen der Paraffindämpfe zu vermeiden, Destillirkessel mit ziemlich flachem Helm, ähnlich den Theerdestillationskesseln — Fig. 170 — in Anwendung, dieselben haben einen Fassungsraum für 750—1000 Kilogramm Erdwachs. Es destillirten dabei circa 5% Benzin, 15—20% Leuchtöl, 15% **Blauöl** und circa 50% Paraffinmasse resp. Paraffinbutter.

In Galizien wird bekanntlich **Blauöl** das Destillat genannt, welches bei der fractionirten Destillation des Erdöles nach dem Kerosen kommt. Es ist eine fast butterartige, in der Kälte von Paraffinschuppen durchsetzte Masse, also ein Gemisch von schweren Oelen mit festen Paraffinkörpern, welche durch die Destillation entstanden sind. Wird aber nach der Abtreibung des Kerosen nicht weiter destillirt, sondern der Retortenrückstand auf bekannte Weise gereinigt, so erhält man eine homogene, fette, glänzende Masse: **Vaseline**, es ist also die galizische Vaseline aus Erdöl dargestellt, vollständig vom Blauöl, auch **Grünöl** genannt, verschieden; erstere ist ein Destillationsrückstand, letzteres ein wirkliches Destillat — Seite 636 —.

Die bei der Destillation über freiem Feuer erhaltene Paraffinmasse, welche einen Schmelzpunkt von 45—50° C. hat, wird im Ganzen wie Seite 622 u. f. behandelt, d. h. nach vollständiger Krystallisation werden die Paraffinschuppen durch Centrifugen und Filterpressen vom Oele getrennt. Es ist bei der Destillation Rücksicht auf die Färbung der Destillate zu nehmen, die hellen Destillate sind zuerst aufzufangen, weil diese sich leichter reinigen lassen, direct entfärbt werden können und die besten Paraffinsorten liefern.

Die Dehne'sche Filterpresse — Fig. 171 — besteht aus einer Anzahl cannelirter Platten, welche zusammengenommen ein System von Filterkammern bilden. Diese Platten sind von Eisen und so construirt, dass der cannelirte Theil derselben auf beiden Seiten um 12—20 Mm. gegen den äusseren Rahmen

Fig. 171.



Dehne'sche Filterpresse.

A Pressplatten. *B* Kopfplatte. *C* Spindelmutter. *D* Druckpumpe. *E* Behälter.

zurücksteht. Ueber den cannelirten Theil wird ein gelochtes Blech aus Eisen geschraubt, auf welches sich dann das Filtertuch zur besseren Schonung des letzteren auflegt. Die Platten der Pressen mit mittlerer Zuführung erhalten in der Mitte ein Loch, der Einführungsöffnung entsprechend, und werden die Filtertücher vermittelst einer Verschraubung von entsprechendem

Metall, die durch die Oeffnung geht, gegen beide Seiten der Platte abgedichtet. Vorgenannte cannelirte Platten sind auf ein solides Gestell gesetzt und zwar in der Weise, dass dieselben mit Leichtigkeit verschoben resp. auseinander gerückt werden können. Zwei starke Kopfplatten, wovon die eine feststehend, die andere verschiebbar ist, gestatten vermittelst zweier Zugschrauben, sämmtliche zwischen den Kopfplatten befindliche Filterplatten sammt den dazwischen liegenden Filtertüchern fest aufeinander zu pressen, wodurch eine vollständige Abdichtung des ganzen Apparates hergestellt wird. Dem Filterkastensystem wird durch eine Saug- und Druckpumpe *D* mit Dampfbetrieb die zu verarbeitende Paraffinbutter zugeführt, welche zu diesem Behufe durch einen Mischapparat breiartig zerkleinert werden muss. In den geschlossenen Filterkammern tritt eine sofortige Trennung des Paraffin von dem Oel — **Ozokeritöl** — ein und letzteres fliesst klar von den einzelnen Filterkammern in eine gemeinschaftliche Rinne ab.

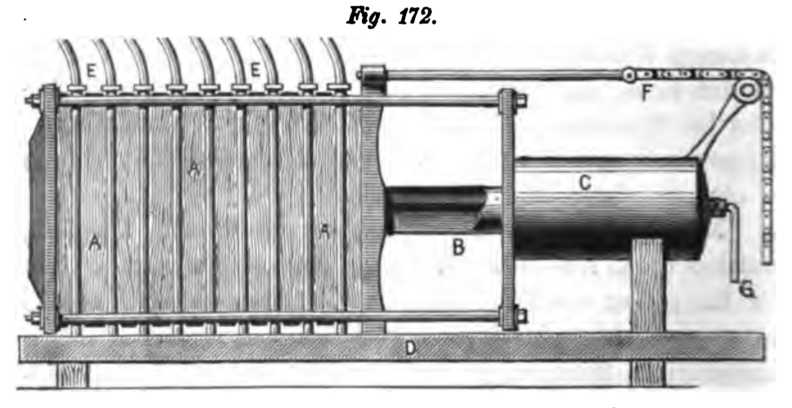
Nachdem sich die Filterkammern mit Paraffin angefüllt, welches durch Ausheben der Pumpe angezeigt wird, geschieht die Entleerung der Filterkammern von ihrem Inhalte, welche mit der nachfolgenden Wiederherstellung des Apparates in betriebsfähigen Zustand, je nach der Grösse desselben, 5 bis 10 Minuten beansprucht. Die Entleerung der Presse ist sehr leicht und einfach, durch Zurückschrauben der Spindelmutter *C* erhält man Raum zum Auseinanderschieben der einzelnen Pressplatten und fallen hierbei die zwischen den Tüchern hängenden Paraffinschuppen von selbst heraus.

Die so gewonnenen Paraffinschuppen enthalten noch circa 20—25 % anhängendes Oel, sie werden zur weiteren Entfernung desselben in Presstücher gepackt und in hydraulischen Pressen mit erwärmbaren Pressplatten — Fig. 172 — gepresst. Die Pressöle werden wie die Rohöle gereinigt und geben bei der Rectification ein schweres Leuchtöl und neue Paraffinmassen, die wie die nachfolgenden ersten behandelt werden.

Das Reichenbach'sche Verfahren, das Rohparaffin mittelst concentrirter Schwefelsäure zu reinigen, ist fast ganz verlassen, ebenso wie die Destillation über Kalk oder Chlorkalk,

es wird jetzt das Rohparaffin nach dem Schmelzen, ähnlich wie bei dem Petroleumparaffin — Seite 625 — mit einem leichten Mineralöl — Benzin genannt — von höchstens 0,785 spec. Gew. und zwar mit circa 15—25 % behandelt und in hydraulischen Pressen abgepresst. Die Operation wird je nach dem gewünschten Grade der Feinheit noch mehreremal wiederholt und das nach dem Pressen noch dem Paraffin anhaftende Benzin durch 10—12 stündiges Abblasen mit gespannten Wasserdämpfen entfernt. Das Paraffin wird darauf durch Digeriren mit Knochenkohle oder ähnlich wirkenden Substanzen — Seite 618 —

Fig. 172.



Liegende hydraulische Presse mit erwärmbaren Pressplatten.

A Presspackete. *B* Presskolben. *C* Presscylinder. *D* Sammelbehälter. *E* Dampfröhren. *F* Zugkette. *G* Presswasserabschluss.

geschönt und schliesslich durch Fliesspapier filtrirt — Seite 627 —. Ist bei der Destillation nicht die nöthige Vorsicht beobachtet worden, so ist nach der Behandlung mit Benzin das Paraffin noch mit 5—8 % englischer oder rauchender Schwefelsäure zu behandeln und die letzten Reste Säure mit Natron zu entfernen. Diese Manipulation bezieht sich auch auf Paraffine, welche mit überhitztem Dampfe dargestellt sind. Erst dann erfolgt das Digeriren mit Knochenkohle etc.

Das erhaltene Paraffin — **Ozokeritparaffin** — ist durchschnittlich weicher, weniger durchscheinend als Braunkohlenparaffine und zeigt einen Schmelzpunkt von circa 62° C.

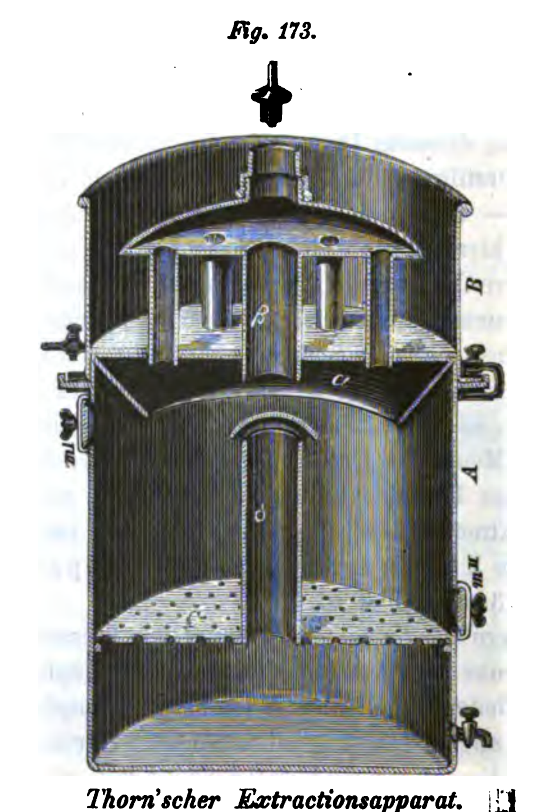
Es ist selbstverständlich, dass bei einer noch so gut geleiteten Ozokeritdestillation über freiem Feuer Paraffinverluste eintreten müssen, da mehr flüssige Producte und Gase gebildet werden; im günstigsten Falle werden 40 % Paraffin erhalten und ist daher die rationellste Methode die Ozokeritdestillation mit überhitztem Dampfe vorzunehmen, welche 1875 eingeführt wurde. Dabei werden aus einer guten Erdwachssorte über 80 %, sonst je nach der Qualität 55—70 % Paraffin erhalten. Es sind zwei Destillationsmethoden in Anwendung, entweder Einleiten von directem Dampfe in die zu destillirende Flüssigkeit, oder Destillation im luftverdünnten Raume, wie sie beim Petroleum — Seite 605 u. f. — mit Abbildungen angegeben ist; so dass hier auf ein weiteres Eingehen auf die Sache selbst verzichtet werden kann. Durchschnittlich werden 1500 bis 2000 Kilogramm Rohmaterial in Arbeit genommen und kann diese Menge in circa 12 Stunden abdestillirt werden.

Welches Material auch zum Entfärben des Paraffins genommen sei, so bleibt immerhin eine für die Paraffinpreise beträchtliche Menge im Entfärbungsmaterial zurück und eignet sich zu dieser Paraffinextration, der auch für andere Zwecke z. B. der Extraction des „Schmelzlep“ etc. sehr brauchbare und einfache Thorn'sche Extractionsapparat, welcher in Figur 173 abgebildet ist.

Im Innern des Extractors A hängt der Einsatzboden C mit dem Dampfrohr δ zur Aufnahme für die zu erschöpfende Materie. Durch den Boden des Kühlers B laufen die Dampfverdichtungsrohre, oben alle in eine Kuppel mündend. Nur die mittelste β geht durch diese Kuppel, hat ein Ventil und wird, wenn sie zwecks Wiedergewinnung des Lösungsmittels als Destillationsröhre dienen soll, mit einer Kühlschlange verbunden. α ist eine am Boden des Refrigerators befestigte Rinne und dient dazu, das hier condensirte Lösungsmittel aufzufangen und auf die Materie zu vertheilen. Die Flantschen sind so construirt, dass der Verschluss sowohl durch Eingiessen von Sperrflüssigkeit als auch durch Gummischnur und Klammern luftdicht hergestellt werden kann. m^{I} und m^{II} sind Mannlöcher zum Einfüllen und Entleeren der Materie.

Der Einsatz *C*, an seinem Siebboden mit einem Colirtuch umspannt, wird in den Extractor eingesetzt und mit der auszuziehenden Materie beschickt; dann die Substanz mit so viel Lösungsmittel übergossen, als sie aufzusaugen vermag. Eine fernere Menge Lösungsmittel wird in den Extractor gegeben,

Fig. 173.



Thorn'scher Extractionsapparat.

A Extractor. *B* Kühler. *C* Einsatzboden. m^{I}, m^{II} Mannlöcher. *α* Boden des Refrigerators. *β* Verdichtungsrohr. *δ* Dampfrohr.

so dass der Raum zwischen dem Boden desselben und dem des Einsatzgefässes etwa ½ damit angefüllt ist. Nach luftdichtem Verschluss wird das Lösungsmittel durch eine Heizschlange fast zum Kochen gebracht, wobei gleichzeitig im Refrigerator gekühlt wird. Die Dämpfe steigen in die Rohre im Refrigerator, verdichten sich hier und tropfen als Flüssigkeit

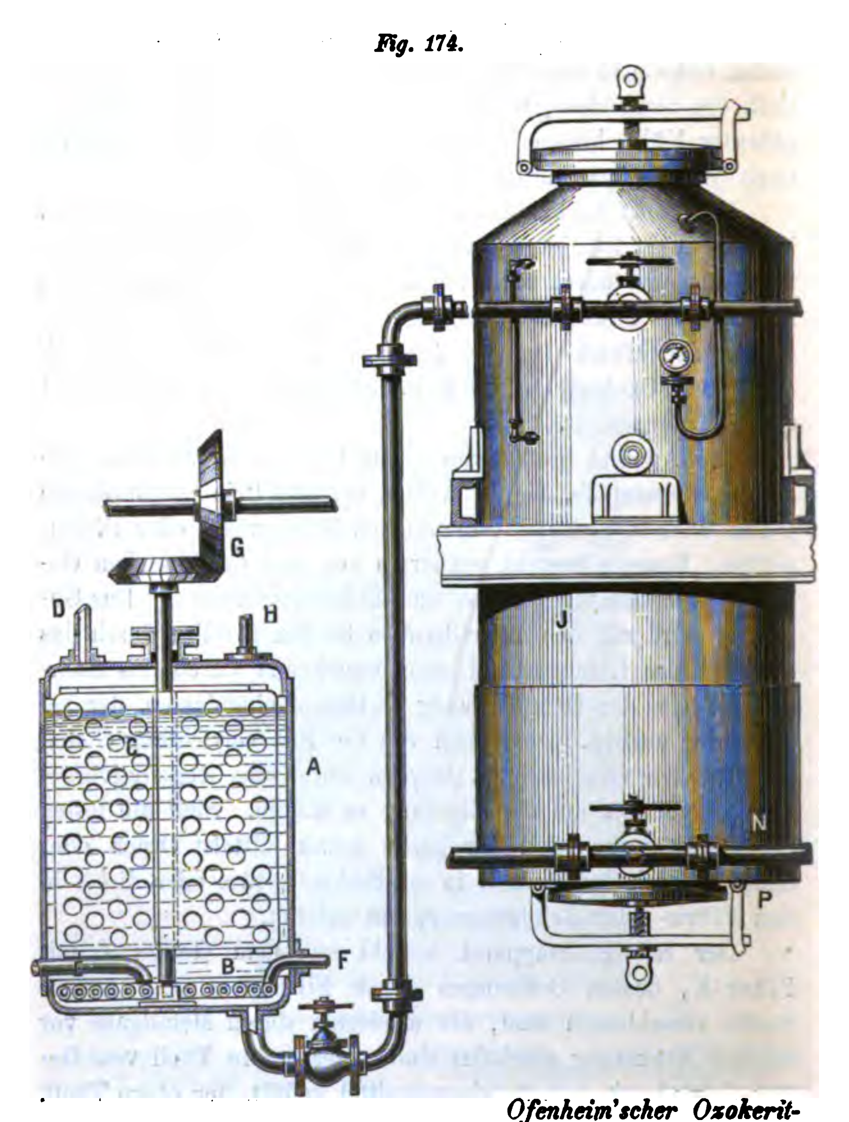
an den Spitzen der Rohre und an der Rinne α auf die Substanz, extrahiren dieselbe, und das Extract sammelt sich unterhalb des Siebbodens, wo es nach abgestelltem Kühler und vorgelegter Kühlschlange durch Abdestilliren des Lösungsmittels nach Wunsch concentrirt werden kann.

Die sonst vorhandenen patentirten und nicht patentirten Verfahren zur Reinigung und Bleichung von Paraffinen und Ozokerit etc. anzuführen lohnt nicht, es sei aber noch zum Beweise, dass nichts Neues ist, das Ofenheim'sche Verfahren angegeben, der Ofenheim'sche Apparat zur Reinigung und Bleichung von Ozokerit etc. (D. R. P. 15058) ist in den Figuren 174 und 175 dargestellt.

Der Apparat besteht aus einem Gefäss, in welchem feste Kohlenwasserstoffe, wie Paraffin, vor dem Reinigungsprocesse gelöst werden und dem eigentlichen Reinigungs- oder Bleichgefäss. Ersteres besteht wiederum aus dem cylindrischen Gefäss *A* mit Dampfheizung *B* und Rührvorrichtung *C*. Das Gefäss *A* wird mit den aufzulösenden Stoffen gefüllt, durch das Rohr *D* das Lösungsmittel eingebracht und durch das Rohrende *E* von der Dampfheizung *B* Dampf eingelassen, der bei *F* wieder austritt. Die Flügel von der Rührvorrichtung *C* sind mit Löchern versehen und werden durch das Kegelradvorgelege *G* gedreht um die Mischung zu rühren. Sind die festen Stoffe gelöst, so wird der ganze Inhalt mittelst Druck oder Saugen durch das Rohr *H* in ein Sammelgefäss oder direct in den Filtrir- oder Reinigungsapparat geleitet.

Der Reinigungsapparat besteht aus dem Gefäss *J* mit Filter *K*, dessen Oeffnungen durch Filzplatten oder andere Stoffe verschlossen sind, die wiederum durch Metallgaze vor rascher Abnutzung geschützt sind. Der untere Theil vom Gefäss *J* wird mit dem Reinigungsmittel gefüllt, der obere Theil, welcher bei der Füllöffnung *L* verschlossen werden kann, dient zur Aufnahme des zu reinigenden Stoffes. Darauf wird die im oberen Theile befindliche Flüssigkeit durch die Dampfschlange *M* zum Sieden erhitzt, die sich bildenden Dämpfe drücken auf die Flüssigkeit und drücken sie durch das Reinigungsmittel; die Flüssigkeit dringt durch das Filter *K* und wird durch

Fig. 174.



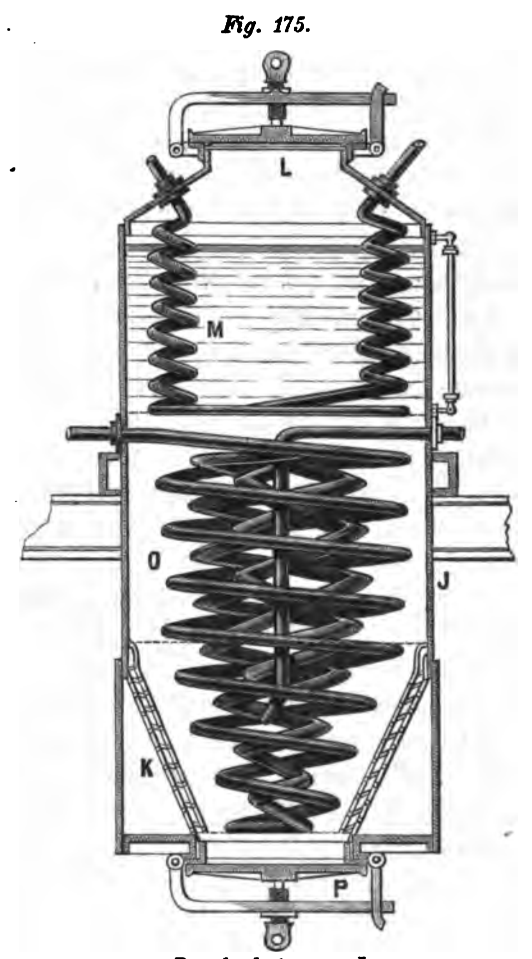
Ofenheim'scher Ozokerit-

A Gefäss mit *B* Dampfheizung und *C* Rührvorrichtung. *D* Rohr. *J* Gefäss. *K* Filter. *L* Füllöffnung. *M* Dampfschlange.

Röhrenleitung *N* oder auf eine andere Art in eine Destillirblase oder einen ähnlichen Apparat gebracht, in welchem das Lösungsmittel, wenn es eines solchen bedürfte, von dem gerei-

nigten Stoffe getrennt wird, oder wenn kein Lösungsmittel angewendet, ist das Filtrat selbst fertiger Handelsartikel.

Fig. 175.



Durchschnitt von J.

und Paraffinreinigungsapparat.

E Rohrende. *F* Dampfabzugsrohr. *G* Kegelradvorgelege. *H* Rohr. *N* Rohrleitung. *O* Trockenschlange. *P* Entleerungsöffnung.

Ist die Filtration geschehen, so wird das Reinigungsmittel bei Stoffen, welche eines Lösungsmittels bedürfen, mit demselben ausgewaschen; dann durch Trockenschlange *O* Dampf

eingelassen bis das Lösungsmittel verdampft ist und die Dämpfe durch Oeffnung *P* entfernt sind.

Bei sehr flüchtigen Stoffen ist es möglich, durch geeignete Dampftemperatur das Reinigungsmittel im Filter zu regeneriren, z. B. durch Dampf in einem Dampfüberhitzungsapparat erzeugt. Bei weniger flüchtigen Stoffen ist es gut, die Entleerungsöffnung *P* zu benutzen, das Pulver, nachdem es durch die Trockenschlange *O* ausgetrocknet, hieraus zu entfernen und auf geeignete Weise in einem Regenerirapparat bei höherer Temperatur wieder nutzbar zu machen.

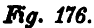
Als Reinigungsmittel werden Thonerde, Magnesiasilicate und Oxyde des Eisens und Mangans genommen, auch Knochenkohle oder Spodium oder Rückstände der Blutlaugensalzbereitung, sogenannte „Schwärze“ oder ein Gemisch von diesen Stoffen mit Thonerde und Thonerdesilicaten.

Zur Reinigung und Entfärbung des Paraffins, der Paraffinöle, Petroleum, Photogen, Benzol können alle Arten von Thon im rohen, geschlämmten, ungeglühten und geglühten Zustande genommen werden.

Dieses Patent stützt sich auf die alte bekannte Thatsache, dass das mit Benzin — Schwefelkohlenstoff und Aether entfärben nicht — extrahirte Erdwachs bedeutend heller ist, als das mit Wasser ausgeschmolzene, weil der Thon den Farbstoff zurückhält und dieser auch gar nicht vom Benzin gelöst wird — Seite 129 —. Feuchter Thon wirkt nicht entfärbend, die Entfärbung erfolgt bei der Extraction mit Benzin nur, wenn der „**Lep**“ zuvor über 100° C. getrocknet war. Es bleibt der sogenannte „Asphalt“ am Thon haften und kann derselbe nur mittelst Aether oder Schwefelkohlenstoff ausgezogen werden, oder aber theilweise auch mit Benzin, wenn der Thon mit Wasser angefeuchtet wird.

Zu der seit 1875 bekannten Darstellung des **Ceresin, Cerosin, Ozo-Cerotin, Cerin, Kunstwachs, imitirtes Wachs** wird die Extraction des Ozokerites jetzt meist angewendet und zwar da, wo nebenbei Benzin und Ligroin aus Rohproducten gewonnen wird, da nach dem alten, weiter unten zu beschreibenden Reinigungsverfahren mit Schwefelsäure, zu viel Schwefelsäure verbraucht

und auch Ozokerit zersetzt wurde; bei der Extraction aber von Anfang an ein helleres Product erhalten wird, welches sich leichter reinigen lässt.





Wegelin & Hübner's Extractionsapparat.

A Extractionsapparat. *B* Kühler. *C* Sammelgefäss. *R* Reservoir. *a, g* Dampfventile. *d, f, h, o, q, x, z* Hähne. *m* Mannloch. *i, k, l* Rohre. *r* Siebboden. *s* Verschraubung. t_1 Heizschlange.

Zur Extraction wird der von den gröbsten Unreinigkeiten befreite Ozokerit genommen.

Extractoren sind in letzter Zeit unendlich viel construirt, es können daher nur einige der gebräuchlichsten angeführt werden.

In Figur 176 ist der sehr einfache, praktische und absolut gefahrlos arbeitende Wegelin & Hübner'sche Extractionsapparat veranschaulicht.

In den unteren Theil des Kühlers B, dem Reservoir R, wird durch den Hahn n Lösungsmittel eingelassen. Nachdem die zu extrahirende Masse durch das verschliessbare Mannloch m in den Apparat A gefüllt ist, wird der Siebboden r eingelegt und das Mannloch geschlossen. Das Kühlwasser im Kühler B wird durch Oeffnen des Hahnes y angestellt. Der Dreiwegehahn f wird so gestellt, dass eine Communication des Rohres l im Apparat A hergestellt ist. Es wird nunmehr der Hahn g entsprechend geöffnet und dringt dann das Lösungsmittel von unten in den Apparat A. Soll heiss extrahirt werden, so wird durch Oeffnen des Dampfventils a Dampf in die Heizschlange t gelassen. Das Lösungsmittel steigt, sich mehr und mehr mit Oel sättigend, im Apparat A nach oben, dringt durch das Siebblech r und läuft durch Rohr u nach dem Sammelgefäss C. Hier wird durch Oeffnen des Dampfventils g Dampf in die Heizschlange t_1 gelassen, wodurch das Lösungsmittel mit Zurücklassung des Oeles verdampft, um in dem Kühlapparat B zu condensiren, wieder nach dem Reservoir R zu gelangen und von dort aufs Neue durch Hahn g in den Extracteur A zu kommen. Der Apparat C sowie die Rohre i und k sind mit Wärmschutzmasse zu umgeben, um Wärmeverlust zu vermeiden. Durch Probenahme an dem kleinen Probirhahn z (derselbe hat im Innern des Rohres einen kleinen Teller) kann man sehen, wenn die Extraction in A als beendigt anzusehen ist. Das Abtreiben des Lösungsmittels resp. die Wiedergewinnung desselben aus dem Rückstand in A geschieht in folgender Weise: Zuerst wird Hahn g geschlossen und der Dreiweghahn f so gestellt, dass die directe Communication von Apparat A mit Apparat C hergestellt ist. Es läuft nun sämmtliches in A befindliches Lösungsmittel in C, um hier mit Zurücklassung des Oeles etc. abdestillirt zu werden. Durch Oeffnen der Dampfventile d wird nun durch die Schnatterrohre Dampf in die Rückstände geblasen und dadurch das Lösungsmittel ausgetrieben, welches in Dampfform durch Rohr k ebenfalls nach Kühler B kommt und sich im flüssigen Zustand in R ansammelt. Ausser dem Lösungsmittel wird auch Wasserdampf nach dem Kühler B gelangen, welcher sich in R als Wasser

unter dem Lösungsmittel — Benzin — ansammelt. Durch Probenehmen am Probirhahn *o*, welcher innen einen kleinen Teller hat, kann man erkennen, wenn die Ausdämpfung der Rückstände als beendigt anzusehen ist. Um den Stand des Lösungsmittels und des Wassers im Reservoir beobachten zu können, sind Schaugläser an demselben angebracht. Das Wasser wird durch die Hähne x resp. x_1 abgelassen, je nachdem schwereres oder leichteres Lösungsmittel angewendet wurde. Die Entleerung des Apparates *A* geschieht durch Mannloch *e* und das Ablassen des Oeles aus *C* durch den Ablasshahn *h*. *p* ist ein Standrohr auf dem Reservoir *R*, welches nur durch eine leichte Klappe geschlossen ist, um Verdunstung des Lösungsmittels zu vermeiden. Sämmtliche Apparate arbeiten vollkommen ohne Druck, wodurch jede Gefahr durch Ueberlastung ausgeschlossen.

Ein anderer vielfach mit Vortheil angewendeter Apparat ist der Merz'sche Universalextractor, welcher in den Figuren 177—180 dargestellt ist.

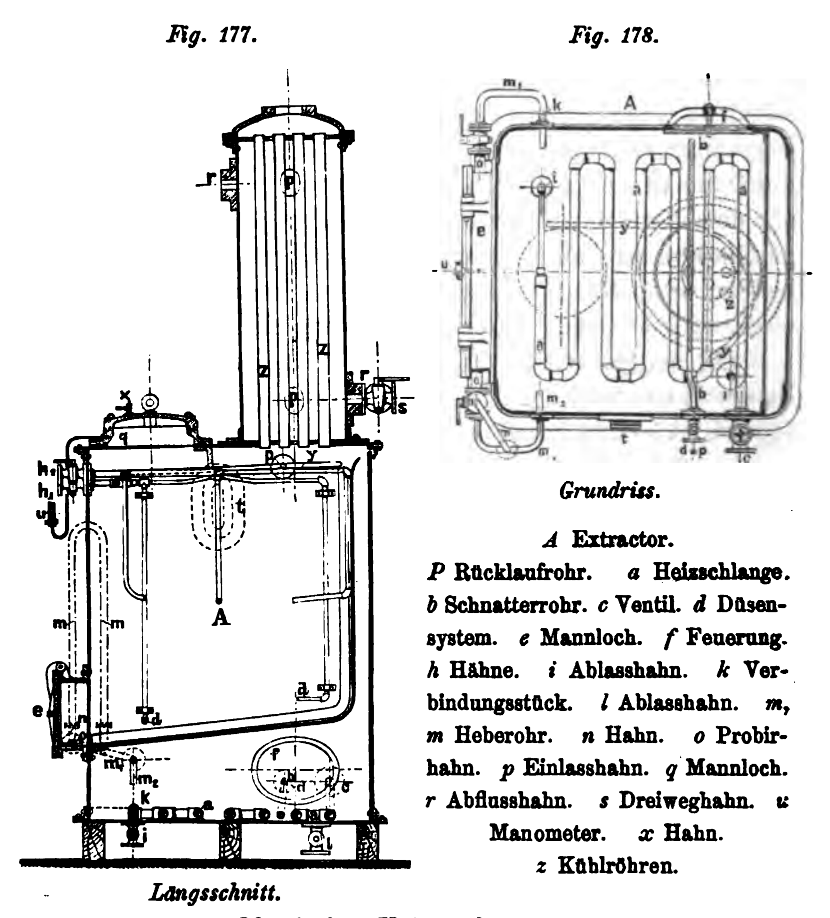
Die Extraction beginnt bei gewöhnlicher Temperatur, allmählich erwärmt sich der Inhalt des Extracteurs, theils durch die ihn umhüllenden Destillationsgase, theils durch das rückfliessende, direct condensirte, also noch warme Lösungsmittel und steigt die Temperatur bis zum Siedepunkte desselben. Mit der höheren Temperatur steigt natürlich auch die Wirkung des Lösungsmittels, welches endlich siedend mit Leichtigkeit die letzten Theile auszieht.

Der Apparat besteht im Wesentlichen aus zwei Theilen: dem Extractor *A* und Condensator mit Reservoir *B*, welche oben durch ein Rohr verbunden sind.

Der Extractor *A* wird durch das Mannloch *q* beschickt, hierauf der Deckel hermetisch geschlossen und aus dem Reservoir *B* Benzin etc. durch Hahn *p* eingelassen. Das Heberohr *m m* zieht sofort die Flüssigkeit nach dem unteren Theile hinüber, wo dieselbe durch die Heizschlange *A* erwärmt wird. Die sich entwickelnden Benzindämpfe steigen zwischen den Wänden, dabei den Inhalt von *A* erwärmend, auf, und treten in die Röhren *z z* des Rückflusskühlers, wo sie condensirt werden. Das warme Condensat fällt nach *A* zurück, und so-

bald die Flüssigkeit das Niveau von *m* erreicht, wird sie durch das Heberohr wieder nach unten abgezogen, wo das Benzin wieder verdampft und in *z z* condensirt wird etc. etc. Dieser Kreislauf wiederholt sich selbstthätig so oft, bis eine bei *o* ent-

Fig. 177. *Fig. 178.*



Grundriss.

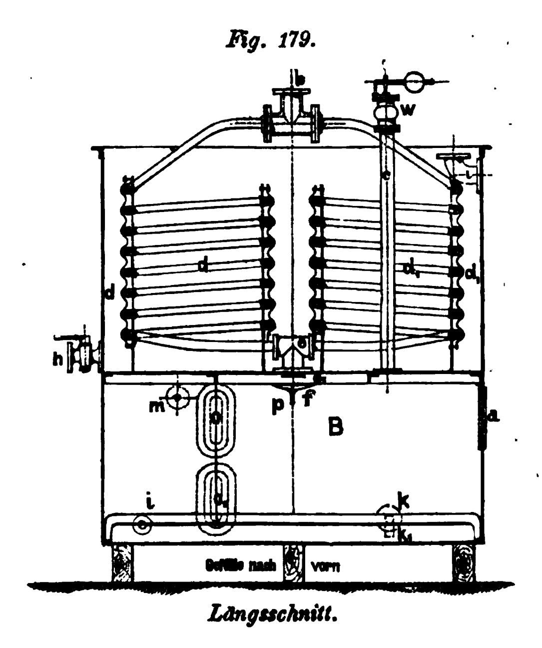
A Extractor. *P* Rücklaufrohr. *a* Heizschlange. *b* Schnatterrohr. *c* Ventil. *d* Düsensystem. *e* Mannloch. *f* Feuerung. *h* Hähne. *i* Ablasshahn. *k* Verbindungsstück. *l* Ablasshahn. *m₁* *m* Heberohr. *n* Hahn. *o* Probirhahn. *p* Einlasshahn. *q* Mannloch. *r* Abflusshahn. *s* Dreiweghahn. *u* Manometer. *x* Hahn. *z* Kühlröhren.

Längsschnitt.

Merz'scher Universalextractor.

nommene Probe kein Extract mehr ergiebt. Die Extraction ist dann beendet, das Kühlwasser wird nun aus dem Rückflusskühler durch Umstellung des Dreiweghahnes *s* abgelassen, die Benzindämpfe werden nicht mehr im Rückflusskühler condensirt, sondern steigen direct nach dem Condensator *B*, hier

Fig. 179.



Längsschnitt.

Fig. 180.

Grundriss.

Merz'scher Universalextractor.

B Condensator. a Mannloch. b T-Stück zur Verbindung mit P in Fig. 177. c Luftrohr. d Schlangenrohre. e Verbindungsstück. f Auffangschale. h Zufluss des Kühlwassers. i Ablasshahn für Benzin. k Abflusshahn. l Abfluss des Kühlwassers. m Hahn. o Schaugläser. p Probehahn. w Ventil zum Luftrohr.

schlagen sie sich nieder und sammeln sich in dem unteren Theile von *B*. Zur Beschleunigung der Destillation wird durch *b* und *d* bei *A* Dampf eingelassen, bis der bei Hahn *x* entströmende Dampf nicht mehr nach Benzin riecht und eine bei Hahn *p* in *B* genommene Probe des aus dem Kühler kommenden Condensats reines Wasser ohne Benzinschicht aufweist.

Das gewonnene Erdwachs wird dann bei *l* in *A* abgelassen und der Extractor *A* entleert.

Mit dem Apparate ist sowohl intermittirend, wie oben angegeben, als auch continuirlich zu arbeiten; im letzteren Falle wird nämlich der Ablauf der Wachslösung so regulirt, dass durch das verdampfte und regenerirte Lösungsmittel, das Flüssigkeitsniveau constant erhalten bleibt. In beiden Fällen wird eine fast ununterbrochene Circulation der Lösungsflüssigkeit bewirkt, der Inhalt von *A* durch die aus dem unteren Theile aufsteigenden Dämpfe allmählich erwärmt, die ablaufende concentrirte Fettlösung, Erdwachslösung, durch reines nahezu siedendes Benzin ersetzt, also jene Bedingungen erfüllt, welche eine rasche und intensive Extraction bezwecken. Es findet hierbei kein Druck im Apparate statt, da sich die Dämpfe frei ausdehnen können und durch passende Anordnung der Kühlvorrichtungen ein Entweichen der Gase nicht stattfinden kann, also kaum Verlust an Benzin etc. eintritt, höchstens 1 %.

Ceresindarstellung. Nach der älteren zuweilen auch noch gebräuchlichen Methode wurde das nach dem Ausschmelzen erhaltene Erdwachs mit 10 % Schwefelsäure erwärmt, bis die Masse eine Temperatur von ungefähr 120° C. angenommen hatte. Die Dauer der Einwirkung, natürlich unter Entwicklung beträchtlicher Mengen schwefliger Säure, hängt von der Beschaffenheit des angewendeten Rohmaterials ab und dauert bei den besseren Sorten 5—6, bei den schlechteren 8—10 Stunden; häufig wird das Erwärmen so lange fortgesetzt, bis sich keine schweflige Säure mehr entwickelt. Die harzigen und verkohlten Massen setzten sich an den Gefässwänden ab, das Erdwachs wurde abgeschöpft, mit Wasser und später mit Sodalauge gewaschen

und nach Scheidung filtrirt. Die Scheidung von den kohligen Theilen, entstanden durch die Wirkung der Schwefelsäure, ist aber nicht immer durch einfache Filtration zu bewerkstelligen, es wird dann das Ceresin mit $1/2$—1 % Stearinsäure versetzt und mit Aetzlauge verseift. Die sich bildende Stearinseife reisst die kohligen Theile mit nieder, so dass durch Filtriren ein reines Ceresin erhalten wird. Das erhaltene Product ist das **gelbe Ceresin** von gelber Bienenwachsfarbe; um ein weisses Präparat zu erhalten, wird die Masse nach dem Behandeln mit Schwefelsäure etc. in ein Gefäss gebracht, welches mit Dampf geheizt werden kann, darauf unter öfterem Umrühren mit Knochenkohle etc. digerirt und nach dem Absetzen durch Papier filtrirt. Das Präparat, das **weisse Ceresin**, hat das Ansehen des gebleichten Bienenwachses.

Nach einer anderen Methode werden von dem Schmelzwachs — Seite 671 — mittelst überhitzten Dampfes bei 180 bis 200° C. die leichten riechenden Oele abdestillirt. Der Rückstand wird dann weiter wie oben angegeben behandelt, nur ist bedeutend weniger Schwefelsäure zur Reinigung nothwendig. Das Ceresin ist also ein Destillationsrückstand des Erdwachses, während das Ozokerit-Paraffin, wie alle Normalparaffine, ein Destillationsproduct ist — Seite 673 —.

Bei dem aus dem Lep extrahirten Erdwachs ist eine besondere Destillation mit überhitztem Dampfe nicht nothwendig, weil die leichteren und zum Theil schweren Oele beim Abblasen des Benzin mit übergerissen werden. Durchschnittlich sind nicht mehr als 5—10% Schwefelsäure zur Reinigung und Härtung des Erdwachses nothwendig. Das Entfärben und Schönen des Ceresin findet mit Blutlaugensalzrückständen etc. und Filtration in Heisswasser- oder Heisslufttrichtern statt.

Der Schwefelsäurezusatz, je nachdem auf gelbes, weisses oder extrafeines Ceresin gearbeitet wird, lässt sich dem Grossbetriebe anpassen, wenn vorher eine Uebung erfordernde Werthbestimmung des Ozokerit nach der Methode von B. Lach vorgenommen wird.

In einer tarirten Schale werden 100 Gramm Erdwachs mit 20 Gramm rauchender Schwefelsäure so lange zwischen 170 bis

180° C. unter stetem Rühren behandelt, bis — analog dem Grossbetriebe — keine schweflige Säure mehr entweicht. Zurückgewogen giebt die Differenz den Verlust durch Verflüchtigung an, eventuell wenn im Betriebe früher abgeblasen wird, ehe eine Behandlung mit Säure erfolgt, die Ausbeute an flüchtigen Producten als Petroleum und Wasser.

Hierauf wird bei etwa 140° C. vorher getrocknetes Entfärbungspulver (Blutlaugensalzrückstände) in der Menge von 10 % eingerührt, erkalten gelassen, vom Gewichte des abgerauchten Erdwachses plus den 10 % Entfärbungspulver der zehnte Theil (in Form kleiner Schuppen) abgewogen, in ein vorher getrocknetes und gewogenes Filterchen gethan und die Probe in einem kleinen Extractionsapparate einer Extraction mittelst eines bei 60—80° C. siedenden Benzins unterworfen. Ist die Extraction vollendet, was man leicht durch eine Probenahme auf einem Uhrglase erkennen kann, so giebt es zwei Mittel zum Resultate zu gelangen. Man trocknet entweder das Papierfilterchen bei circa 130° C. und findet aus der Differenz den wirklichen Wachsgehalt (oder besser gesagt das Ausbringen an gebleichter Waare) oder man verjagt in dem vorher tarirten Kölbchen — Seite 172 — bei 180° C. alles Benzin und wägt, wodurch man die entsprechende Gewichtsmenge raffinirter Waare erhält.

Die Untersuchung erfordert circa 4 Stunden Zeit, einmal im Gange, jedoch weniger Aufmerksamkeit. Wird nebenbei noch der Schmelzpunkt bestimmt, so sind genügende Anhaltspunkte zur Beurtheilung vorhanden. Die gefundenen Resultate stimmen in der Ausbeute an gebleichter Waare bis auf 1 % überein, natürlich bei entsprechend vorsichtiger Manipulation.

Damit beim Bleichen von Ozokerit und Herstellen eines Wachsersatzes aus demselben sich der Ozokerit bei zu hohem Erwärmen nicht dunkel färbt, wird nach Ch. Chemin, Paris — D. R. P. 27316 — derselbe im Wasser geschmolzen, dessen Temperatur nicht über 70° C. steigt; schon bei 75° C. soll eine dunklere Färbung eintreten. Chemin legt hierauf den Schwerpunkt und schiebt ein Misslingen seiner Methode dem Ueberhitzen zu. Der klare Ozokerit wird in eine

Art Retorte gefüllt, dann mittelst eines Siebes allmählich 5—15% Schwefelblumen gleichmässig auf der Masse vertheilt, so vorgerichtet wird die Retorte direct erwärmt und in dieselbe überhitzter Dampf geleitet. Der Schwefel soll hierbei theils mechanisch, theils chemisch wirken, er verwandelt sich fast ganz in gasförmige Producte, Schwefelwasserstoff und organische Schwefelverbindungen und übt hierbei eine bleichende Wirkung auf den Ozokerit aus, welcher gebleicht mit dem Wasserdampf destillirt.

Eine ähnliche Wirkung übt der Schwefel aus, wenn er direct mit Ozokerit geschmolzen wird, also ohne zu destilliren.

Aus dem abdestillirten Ozokerit — siehe oben — werden die leichter flüssigen Bestandtheile durch warmes Pressen oder durch kalten Amylalcohol entfernt. Das Product wird geschmolzen, mit 20% Amylalcohol gemischt, nach dem Erkalten kalt in einer hydraulischen Presse gepresst, alsdann mit Knochenkohle etc. und noch mehrmaliger gleicher Behandlung gereinigt. Das Product ist dann eine vollständig weisse, harte, klingende Waare mit einem Ertrage von circa 80% der rohen Materie. Das Chemin'sche Product mit Harz gemischt liefert „Cire Parisienne".

Das Ceresin oder raffinirter Ozokerit hat mit dem Bienenwachse, wie schon erwähnt, grosse Aehnlichkeit, das specifische Gewicht ist aber bedeutend niedriger und schwankt von 0,915—0,925 (Wachs 0,963—0,969), durchschnittlich ist das specifische Gewicht des weissen oder halbweissen Ceresin niedriger als das des gelben und ist dasselbe für das weisse 0,918—0,920 — weisses Wachs 0,965—0,969, selten höher — für das gelbe 0,920—0,922 — gelbes Wachs 0,960—0,963 —, sämmtliche Angaben bei 15° C.

Der Schmelzpunkt ist ebenfalls schwankend von 68—80° C. und liegt der Erstarrungspunkt durchschnittlich 3—4° C. niedriger, während beim Wachs Schmelz- und Erstarrungstemperatur gleich ist — gelbes Wachs 62—63° C., weisses Wachs 63—64° C. —. Es kann die specifische Gewichtsbestimmung

und Schmelzpunktbestimmung etc. einigen (im ersteren Falle aber nur einen geringen) Anhalt bei Wachsuntersuchungen auf Verfälschungen geben, denn Ceresin hat kein bestimmtes specifisches Gewicht.

Dieterich hat verschiedene Mischungen von Wachs und Ceresin gemacht und folgende specifischen Gewichte gefunden.

Specifische Gewichte einiger Mischungen von Ceresin und Wachs.

Gelbes Wachs	Gelbes Ceresin	Spec.Gew. der Mischung	Weisses Wachs	Weisses Ceresin	Spec.Gew. der Mischung
100	0	0,963	100	0	0,973 ?
90	10	0,961	90	10	0,968
80	20	0,9575	80	20	0,962
70	30	0,953	70	30	0,956
60	40	0,950	60	40	0,954
50	50	0,944	50	50	0,946
40	60	0,937	40	60	0,938
30	70	0,933	30	70	0,934
20	80	0,931	20	80	0,932
10	90	0,929	10	90	0,930
0	100	0,922	0	100	0,918

Ceresin mit einem Schmelzpunkte über 75° C. zeigt mit dem Wachse gleichen Bruch und gleiche Structur. Das weisse Ceresin behält beim Liegen an der Luft und Licht nicht seine Farbe, sondern dunkelt. Das Verhalten des Ceresin gegen Wasser, Weingeist, Aether, Chloroform, fette und ätherische Oele ist das gleiche wie beim Paraffin — Seite 635 —.

Das Ceresin hat eine bedeutende technische Anwendung als Surrogat des Wachses; ist für sich als Kerzenmaterial nicht zu verwerthen, weil die Kerzen nicht mit reiner Flamme, wie Stearin-, Paraffin- oder Wachskerzen brennen, lässt sich aber ohne Nachtheil als Zusatz zu solchen Kerzen benutzen.

Mit Ceresin bestrichenes Papier — Ceresinpapier — entsprechend Wachspapier führt sich von Jahr zu Jahr mehr in die Industrie zum Verpacken nicht luftbeständiger Substanzen ein, es ist dieser Artikel, früher nur in Apotheken bekannt, durch

Maschinenproduction Gemeingut geworden und dient zum Emballiren von Butter, Käse, Cacao, Thee, Tabak, Seife etc.

Es dient ferner zur Appretur leinener und baumwollener Gewebe, Leder etc., wird zur Bohnenmasse für Zimmerfussböden etc., zum Wachsen von Nähgarn etc. benutzt. In der neuesten Zeit zum Präserviren von den Witterungseinflüssen ausgesetzten Bauten aus Stein, Ziegel, Marmor und zum Ueberziehen von Gypsfiguren. Ferner in der Galvanoplastik zum Behandeln der Matrizen.

Das Ceresin resp. Ozokerit besitzt nämlich alle Vortheile einer guten Matrizenmasse und giebt ausserdem die grössten Feinheiten und Conturen des Originales vollkommen wieder, so dass die galvanischen Niederschläge ohne Schwierigkeiten abgehoben werden können. Ueberdies gestattet diese Masse eine beliebig oftmalige Verwendung. Weil Ozokerit ein Nichtleiter der Elektricität ist, so wird derselbe wie bei allen anderen ähnlichen Substanzen durch Silber- oder Graphitpulver an seiner Oberfläche leitend gemacht und ist hiermit eine neue, vielleicht bedeutungsvolle Verwendung desselben in der Galvanoplastik sichergestellt. Der Ozokerit hat vor Guttapercha den namhaften Vortheil, dass er geschmeidiger ist und auch die feinsten Details des Originales mit grosser Schärfe reproducirt. Es existiren aus dieser Masse erzeugte Matrizen sowohl von grossen Münzen als auch von Thorwaldsen'schen Medaillons, welche die Originale nicht nur mit täuschender Aehnlichkeit, sondern auch mit grösster Schärfe wiedergegeben haben. Wenngleich die praktische Verwerthung des Ozokerits für diesen neuen Industriezweig in Bezug auf die Quantität momentan noch gering zu nennen ist, so ist doch bei dem bekannten Aufschwunge, den die galvanoplastischen Arbeiten im letzten Decennium genommen haben, diese neue Verwendung des Ozokerits als eine sehr wichtige zu bezeichnen.

X. Theergewinnung aus Steinkohlen, Braunkohlen, bituminösem Schiefer, Torf etc.

Die Theergewinnung beruht auf der trocknen Destillation — Seite 142 —. Der älteste bekannte Theer ist der Holztheer, abgesehen von den fossilen Theeren — Seite 1 —, denn die Holzverkohlung ist in der Waldköhlerei schon seit mehr als 2000 Jahren bekannt und schon von Theophrastus Erosius — 300 v. Chr. — und Plinius sec. — Seite 2 — beschrieben. Die Anwendung des Holztheeres zum Conserviren von Holzwerk, namentlich Schiffen, Tauen ist demnach sehr alt. Erst von Becher — Seite 7 — ist aus Torf und Steinkohlen ein Theer dargestellt worden, der aber wenig Benutzung fand, selbst nach einer allgemeinen Einführung der Gasbeleuchtung wurde der Steinkohlentheer nicht beachtet und nur zu billigen Anstrichen für Holzwerk, Metalle genommen, wozu er sich aber nicht besonders eignete; es war der Theer den Gasanstalten ein lästiger Körper. Die erste grössere Verwendung fand der Steinkohlentheer zur Dachpappenbereitung, es mussten aber die flüchtigen Bestandtheile entfernt sein und deshalb wurde in der ersten Zeit mit grosser Feuersgefahr das Abdampfen des Theeres in offenen Gefässen vorgenommen.

In England hatte sich die Verwendung der Dachpappe keinen Eingang verschafft; bereits 1838 liess sich Bethell die Verwendung von Steinkohlentheerölen zum Imprägniren von Bauholz, Eisenbahnschwellen patentiren. Das flüchtigere, leichte Oel liess man in England beim Destilliren meist auch in die Luft gehen, bis endlich 1846 Brönner in Frankfurt a/M. das leichteste Theeröl — Benzol — gewann und daraus das nach

ihm benannte Fleckwasser darstellte; die schweren Destillationsproducte verkaufte er als „Kreosot“ zum Imprägniren von Eisenbahnschwellen etc. Die übrigen Bestandtheile wurden zu Russ verbrannt.

Seit dieser Zeit beginnt die eigentliche Theerdarstellung und Theerdestillation; nachdem Reichenbach 1830 das Paraffin entdeckt hatte und James Young 1850 — Seite 9 ff. — aus Bogheadkohle, Cannelkohle Paraffin in grösseren Mengen erzeugte, begann auch die Geschichte der deutschen Mineralöl- und Paraffinfabrikation und zwar in der Provinz Sachsen, wo sich unter der grossen Ebene von Altenburg bis Leipzig, Weissenfels, Halle, Magdeburg, Wittenberg mächtige Braunkohlenlager hinziehen.

Fabriken über Fabriken wurden mit Freuden und Hoffen gebaut, die Einrichtungen erwiesen sich aber als unvollkommen, es trat sehr bald Misstrauen ein und die Fabrikation war ihrem Untergange nahe.

Mitscherlich's Wort, dass die in Rede stehende Fabrikation nur auf den Trümmern der bestehenden Fabriken aufblühen werde, ging nach Jahren in Erfüllung. Die sächsische Mineralölindustrie gelangte zu neuer Blüthe und hat ihre Lebensfähigkeit selbst gegenüber der übermächtigen Concurrenz des amerikanischen und russischen Petroleums, des Ozokerits und anderer in der Natur schon fertig gebildeter Producte, behauptet.

Als man in Sachsen an den Bau der Mineralölfabriken ging, war die Darstellungweise der neuen Leuchtmaterialien keineswegs eine abgemachte Sache, sondern vielmehr in mancher Beziehung lückenhaft und dunkel. Die englischen Fabriken, von denen einige schon längere Zeit mit dem grössten Vortheil arbeiteten, hielten ihr Verfahren geheim und verbargen es sorgfältig vor den Augen der Welt. Ebenso zeigte die Verwaltung der ersten deutschen Photogen- und Paraffinfabrik, der Augustenhütte zu Beul bei Bonn, welche Bogheadkohle verarbeitete und 1865 ihren Betrieb einstellte, auch nicht die mindeste Lust, ihre Einrichtungen, die übrigens keineswegs den Stempel der Vollkommenheit trugen, Sachverständigen mitzutheilen. Keine Fabrik hatte ein feststehendes, sicheres System, geschulte Ar-

beiter, erfahrene Chemiker und so konnte nur durch sehr viel Fleiss und grosse Opfer die Industrie gehoben werden.

Auf die Verarbeitung der verschiedenen Arten der Theere, welche in wissenschaftlicher und technischer Beziehung sehr interessant und wichtig sind, ist eine ganze Reihe von Industriezweigen gegründet. Ausgehend von einer der 4 Gruppen: 1. Steinkohle, 2. Schweelkohle (Braunkohle), 3. bituminöse Schiefer etc. und 4. Holz, Torf kann man durch verschiedene Leitung des Betriebes bei hoher oder niederer Temperatur, langsamer oder rascher Entwicklung derselben vorherrschend als Hauptproducte 1. Coks, 2. Theer, 3. Ammoniak und 4. Gas gewinnen.

Die Gewinnung von Coks als Hauptproduct geschieht aus Steinkohle und Holz.

Die Gewinnung von Theer und Theerwasser geschieht aus Steinkohle, Schweelkohle, Cannelkohle, Holz.

Die Gewinnung von Ammoniak aus bituminösem Schiefer.

Die Gewinnung von Gas geschieht aus Steinkohle, Holz.

---

1. Die Theergewinnung mit Coksbereitung aus Steinkohlen.

Die grösste Menge Steinkohlentheer wird bei der Leuchtgasfabrikation gewonnen, es liegt aber nicht im Plane darauf einzugehen, sondern es handelt sich hier um eine Coksgewinnung mit Theer als Nebenproduct, in neuester Zeit als Hauptproduct für die Farbindustrie.

Die Verkokung der Steinkohlen — fälschlich Abschwefeln genannt — hat zwar mit den Zweck, einen möglichst schwefelfreien Rückstand — Coks — zu erhalten und die beim Brennen der Steinkohlen (namentlich im häuslichen Gebrauche) unangenehm riechenden Gase und Dämpfe zu entfernen. Der Hauptzweck ist aber immerhin einen verdichteten Kohlenstoff — ähnlich der Holzkohle — zu erhalten, also die Heizkraft des Brennmaterials erheblich zu erhöhen und dies ist für den Locomotiv- resp. Maschinenbetrieb, sowie für das Hüttenwesen von wesentlicher Bedeutung. Denn die durchschnittliche Zusammensetzung guten Coks ist:

Kohlenstoff 85—93%, hygroscopisches Wasser 5—10%, Asche 2—6%.

Die höchste Heizkraft von 1 Kilogr. Coks von oberschlesischen Coks, bei einer Zusammensetzung von 5,9% Wasser und 2,5% Asche ist nach Brix 2190—2450° C. und liefert 7,15 Kilogr. Coks. 100 Gewichtstheile Coks sind gleichwerthig 80 Gewichtstheilen Holzkohle; 100 Volumen = 250 Volumen Holzkohle — Seite 138 —.

Weiter kommt in Betracht, dass den Steinkohlen die Möglichkeit des Zusammenbackens genommen wird.

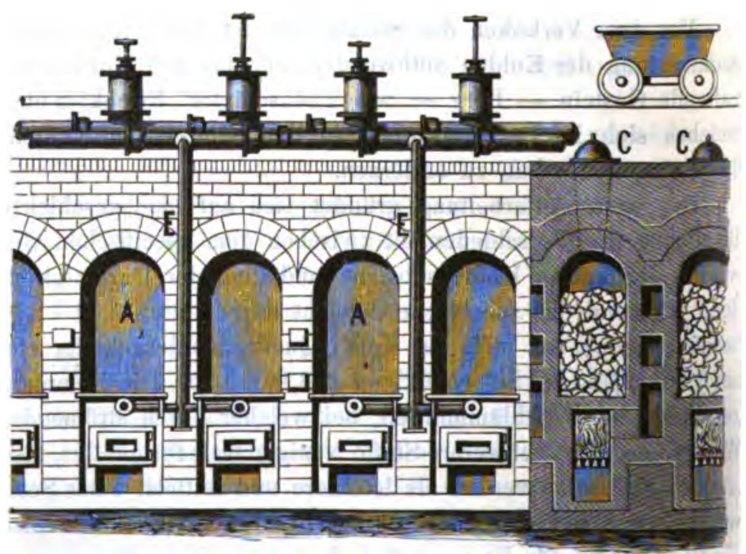
Vor dem Verkoken der Steinkohlen ist häufig eine nasse Aufarbeitung der Kohlen nothwendig, um das den Kohlen anhaftende Gestein — Berg — wie Thonschiefer, Eisenkies etc., welches sich im Laufe der Zeit in den Klüften der Kohlenflötze eingebettet hat, zu entfernen.

Die nasse Aufarbeitung gründet sich auf eine geschickte Benutzung der Verschiedenheit zwischen dem specifischen Gewichte der reinen Kohlensubstanz und dem der Unreinigkeit, denn während das specifische Gewicht der ersteren 1,00—1,30 beträgt, erhebt es sich bei Kalk, Quarz, Kohlenschiefer etc. auf 2,10—2,70, bei Schwefelkies auf 3,10—4,00. Die Trennung geschieht durch Schlämmarbeit, bei welcher durch strömendes Wasser specifisch schwerere Stoffe weniger weit fortgeführt, also leichter abgesetzt werden als leichtere und mittelst eines Setzwerkes, wie bei der Aufbereitung der Erze. Es sollen also die Steinkohlen für die nasse Aufarbeitung stets ein hinreichend kleines und gleiches Korn haben, so weit als es eine möglichste Trennung des Unreinen vom Brauchbaren erfordert, aber niemals die Form von Staub besitzen. Es liegt in der Natur der Sache, dass bei der Förderung aus den Gruben, neben der in groben Stücken gewonnenen Kohle eine grosse Menge von Gruss oder Grubenklein erhalten wird und dass diese „Förderkohle“, wie man sie auch nennt, gerade der in obigem Sinne verunreinigte, mit Schiefer und dergleichen vermengte Theil und zugleich das vorzugsweise gebrauchte Material der Verkokung ist. Durch die Aufarbeitung wird also auch der Aschengehalt des Coks soweit als möglich vermindert.

Selten wird noch die Verkokung der Steinkohlen in Meilern oder Haufen vorgenommen, ähnlich der Holzkohle, jetzt sind fast ausschliesslich nur Retorten oder Oefen in Anwendung, um die bei dem Processe sich entwickelnden Dämpfe oder Gase als Feuerungsmaterial, sei es bei der Fabrikation selbst, oder zur Kesselheizung oder Hüttenprocessen zu verwenden. Derartige Oefen sind von Coppée, Smet, Appolt, Rexroth, Fabry etc. construirt, am verbreitetsten sind die Oefen von



Fig. 181.



Vorderansicht.

Coksofen mit

A Ofen. *B* Thüren. *C* Füllschacht.

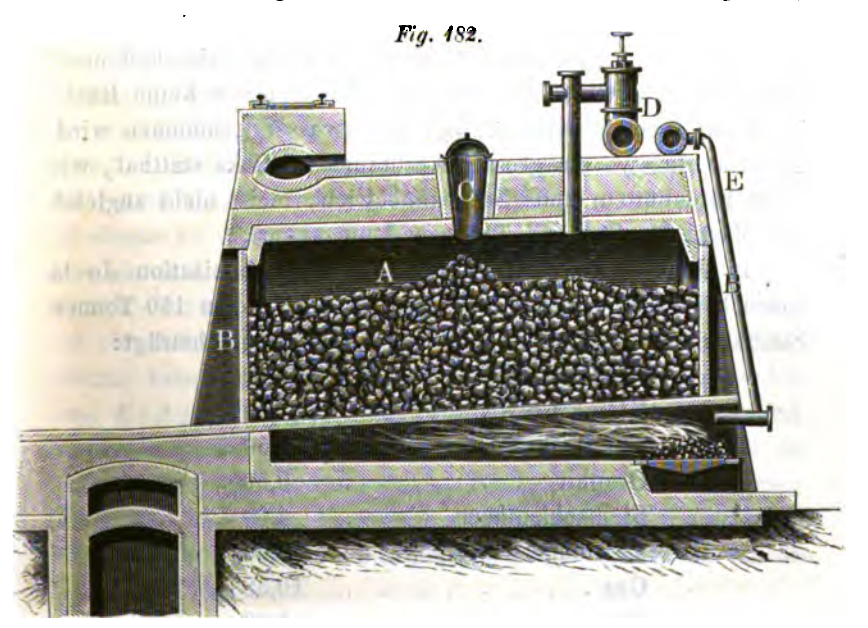
Coppée namentlich in Deutschland. Die grösste Brennstoffersparniss wird aber in dem Appolt'schen Ofen erreicht. In diesem sind 12 verticale Canäle oder Schächte von länglich viereckigem Querschnitt in einem Rechteck so aneinander gebaut, dass die flüchtigen Destillationsproducte eines Schachtes jedesmal den Inhalt seines Nachbarschachtes verkoken.

Hier handelt es sich um Coksöfen, welche gleichzeitig zur Gewinnung von Theer und Ammoniakwasser dienen. Von Po-

wels-Dubachet, **C. Knab**, **Benut & Renaut** sind solche construirt, sie nähern sich in ihrer Einrichtung den Retortenöfen der Gasanstalten. Es wird der bei der Verkokung entsickernde Theer und das Ammoniakwasser condensirt und die entweichenden Gase werden entweder zu Beleuchtungszwecken oder zur Heizung der Oefen benutzt.

Im **Knab'schen Ofen** und (nur durch Grössenverhältnisse verschieden) im sogenannten **belgischen Ofen** — Fig. 181,

Fig. 182.



Längsdurchschnitt.

Theergewinnung.

D Condensator. *E* Rohr für die Heizgase.

182 — entweichen die Gase und Dämpfe durch einen im Ofengewölbe *A* befindlichen Abzugskanal und gelangen in den Condensator *D*; worin alles Theerwasser abgesetzt wird; darauf gelangen die Gase und Dämpfe in ein Röhrensystem, worin der Rest von Theer und Wasser sich abscheidet, die Gase aber gehen durch das Rohr *E* in den Ofen zurück, wo sie in einem ringförmigen Brenner verbrannt werden, in dessen Mitte die erforderliche Menge Luft eintritt.

Das Aufsaugen des Gase geschieht durch Glockenexhaustoren.

Die einzelnen Oefen haben eine Länge von 4,80, Breite von 0,80 und Höhe von 1,75 Meter bei einem Fassungsraum von 5000 Kilogramm.

In dem Knab'schen Ofen, welcher 2 Meter weit und 1 Meter hoch war, dauerte die Verkokung einer Beschickung durch Füllschacht *C* 72 Stunden, in dem belgischen Ofen nur 60 Stunden; der Coks fällt in dem letzteren Ofen auch dichter aus. Immerhin sind diese Coks von mürberer Beschaffenheit und geringerer Güte, als der Coks, bei welchem keine Rücksicht auf Theergewinnung und Theerwasser genommen wird. Auch ist da, wo ein grosser Verbrauch an Coks statthat, wie beim Eisenhütten- und Eisenbahnbetrieb, meist nicht zugleich der Markt für Gas und Theer und umgekehrt.

In den Cokswerken der Societé de carbonisation de la Loire bei St. Etienne werden täglich in 88 Oefen 150 Tonnen Steinkohlen in Coks übergeführt. Die Ausbeute beträgt:

Grobe Coks	70,00 %
Kleine Coks	1,50 „
Abfallcoks	2,50 „
Graphit	0,50 „
Steinkohlentheer	4,00 „
Ammoniakwasser	9,00 „
Gas	10,58 „
Verlust	1,92 „
	100,00 %

2. Theergewinnung aus Braunkohlen, bituminösen Schiefern etc.

Das Rohmaterial für die sächsische Mineralöl- und Paraffinfabrikation ist Braunkohle und zwar eine erdige Kohle, die wegen ihrer Vorzüglichkeit zur Leuchtstofffabrikation „Schweel- oder Paraffinkohle“ — Seite 154 — genannt wird. Kenngott hat die feineren schmelzenden Arten mit dem Namen „Pyropissit“ belegt. Dieses Material bildet im grubenfeuchten Zustande eine braungelbe, knetbare, zähe, bis 68% Wasser

haltende Masse, welche sanft und schmierig-fettig anzufühlen ist; im trocknen Zustande fast weiss und mager anzufühlen, schmilzt bei 150—200° C. unter Aufblähen zu einer schwarzen Masse.

Die trockne Destillation als solche bietet keine Schwierigkeiten zur Theergewinnung aus Braunkohlen etc., als Hauptoperation verlangt dieselbe Umsicht, geeignete Apparate, denn es handelt sich darum, die grösste Theerausbeute zu erzielen — Seite 173 u. f. —, auf welcher die gesammten Fabrikationskosten beruhen. Die aus der Kohle entwickelten Zersetzungsproducte kommen auf ihrem Wege nach den Abzugsröhren in vielfache Berührung mit den glühenden Wänden und erfahren so eine fortgesetzte Zersetzung und Veränderung, wobei immer mehr verdichtbare Producte in Gas umgewandelt werden. Es ist mithin wichtig, die unmittelbar aus den Kohlen entwickelten Producte so viel als möglich vor weiterer Zersetzung zu bewahren und sie so rasch als möglich fortzuschaffen. Jeder Druck, den sie bei ihrer Fortbewegung zu überwinden haben, ist ein ebenso grosser Verlust an der Ausbeute; denn dieser Druck kann nur durch die Ausdehnung überwunden werden, und die Ausdehnung verlangt höhere Temperatur. In unmittelbarem Zusammenhange steht damit der Einfluss der Weite der Abzugsröhren für die flüchtigen Producte aus den Retorten, denn sind sie zu eng, so müssen jene eine vermehrte Geschwindigkeit und deswegen einen höheren Druck annehmen, um die Enge zu überwinden.

Die Gesammtheit dieser Momente einerseits und die grosse Schwierigkeit, ihnen in der Praxis zu genügen bei anscheinender Einfachheit der Aufgabe andererseits, erklären die grosse Mannigfaltigkeit der Construction der Theeröfen; es handelt sich hauptsächlich aber nur um zwei Arten von Retorten: horizontal liegende oder vertical stehende, die überall eine fast gleiche Einrichtung haben. Ueber die Vorzüge der einen oder anderen Art erfolgen am Schluss des Capitels Mittheilungen.

a) Schweelöfen mit liegenden Retorten.

Hierzu gehört Tafel II: **Theerschweelerei mit liegenden Retorten** in einem sogenannten Batterieofen mit Querfeuerung.

A Retorten. *B* Feuerung. *C* Schlitzgewölbe. *D* Feuerzüge. *E* Rauchzug. *F* Fuchs. *G* Schornstein. *H* Condensirvorrichtung.

Die liegenden Retorten *A* sind von Gusseisen, im Querschnitt elliptisch, haben gewöhnlich eine Höhe von 30 Cm., eine Breite von 60 Cm. und Länge von 3 Meter. Der vordere Verschluss bei den Retorten *A* wird durch einen Deckel, der mit Bügeln und Keilen befestigt wird, ausgeführt; an der hinteren Oeffnung führt ein sich allmählich bis 12 bis 15 Cm. verjüngendes mit Abschlussventil versehenes knieförmiges Abgangsrohr in ein für eine ganze Batterie Retorten gemeinschaftliches, cylindrisches Sammelrohr von 50—75 Cm. Durchmesser. 12—20 selbst bis 40 solcher Retorten werden zugleich in einem Ofen von der Feuerung *B* aus durch Querfeuer geheizt, welches erst die untere, auf einem Schlitzgewölbe *C* ruhende und dann die obere mit 3—4 Lagen Mauersteinen abgedeckte Seite *D* erhitzt. Die Feuergase steigen in dem Zuge auf und fallen in den Fuchs.

Die Retorten senden die Gase der in ihnen abtreibenden Kohle in das gemeinschaftliche Sammelrohr, von wo sie nach Durchgang eines Sammelkastens, zu welchem das Sammelrohr schwachen Fall hat, durch ein System liegender oder stehender Eisenblechröhren, ähnlich der Condensationsvorrichtung von Steinkohlengasanstalten, streichen, um durch die Abkühlung mittelst Luft sich zu condensiren und als Theer in das Sammelbassin zurückzufliessen. Die nicht condensirten und permanenten Gase, deren Menge ungefähr ebenso gross, wie die des gewonnenen Theeres ist, entweichen durch ein Ausgangsrohr.

Auf die Construction der Condensationsapparate muss viel Sorgfalt gelegt werden, da auch sie Einfluss auf die Beschaffenheit des Theeres ausüben. Eine liegende Retorte erfordert nach Grotowsky mindestens 25—30 Quadratmeter Condensationsfläche und werden bei Verlängerung auf 40 Quadratmeter circa $1/2$ Kilo und bis auf 50 Quadratmeter $3/4$ Kilo Theer pro Tonne — 2,2 Hectol. — Kohlen mehr gewonnen.

In einigen Fabriken hat man versucht, die Gase in einem Gasometer aufzufangen und als Leuchtgas zu benutzen, doch

sind diese Versuche meistens daran gescheitert, dass bei einem zu raschen Abzuge der Gase ungenügende Condensation, oder bei erschwertem Abzuge derselben Druck in den Retorten war, wodurch der Schweelprocess aufgehalten wurde und die Gase zu lange den heissen Retortenwänden ausgesetzt blieben. Der Theer wird aus den Sammelkästen nach den Destillationsanlagen geschafft.

Die Füllung der Retorten geschieht durch Hineinwerfen der Kohle in die vordere Oeffnung von *A* mit Deckelverschluss und zwar müssen die Arbeiter so beschicken, dass die Kohle den ganzen Boden der Retorte in einer gleichmässigen, etwa 5 Cm. hohen Schicht bedeckt. Während des Füllens muss das hintere Abschlussventil geschlossen sein, damit die atmosphärische Luft nicht in das Sammelrohr zu den Gasen der noch im Schweelen begriffenen Retorten treten kann, was eine durch Anbrennen der Gase verursachte Explosion im Gefolge haben könnte. Vor einer jedesmaligen frischen Füllung wird der von der letzten Füllung zurückgebliebene Coks mittelst Krücken aus der Retorte gezogen und entfernt.

Eine Retorte von obiger Grösse schweelt innerhalb 24 Stunden 2 Tonnen Kohlen ab, die man in Chargen von 6 zu 6 oder 8 zu 8 Stunden in annähernd gleichmässigen Mengen füllt. Die Schweelkohlen werden am vortheilhaftesten im grubenfrischen Zustande angewandt, lufttrockene, auf der Halde gelegene, beziehungsweise künstlich getrocknete Braunkohlen geben in den Schweelöfen weniger Theer und mehr Gas. Die Feuerung geschieht mit genässter Braunkohle auf Planrosten und sind prô Hectoliter grubenfeuchter Schweelkohle 0,80 bis 1,00 Hectoliter Feuerkohlen erforderlich.

In einigen Schweelereien wird mit Dampfunterstützung geschweelt. Nachdem das hygroskopische Wasser der Kohle entwichen, was etwa 2 Stunden nach der Beschickung der Fall ist, wird durch ein 6 Mm. Rohr, welches an der oberen Seite der Retorte in der Nähe der vorderen Oeffnung einmündet, Dampf von $2^1/_2$—$3^1/_2$ Kilogr. Spannung in die Retorte geleitet. Der Dampf bezweckt die Gase durch Einhüllung vor Zersetzung zu hüten und dieselben schneller fortzuführen, jedoch hat sich

bis jetzt ein besonderer Vortheil bei der Dampfeinführung in die Horizontal-Retorten nicht ergeben. Von sichtbarem Nutzen in Bezug auf Theerausbeute, specifisches Gewicht des Theeres und Feuerkohlenverbrauch hat sich das stündliche Umrühren während des Schweelprocesses gezeigt. Grotowsky giebt darüber Resultate in der Tabelle auf Seite 705.

Die Einmauerung der liegenden Retorten geschieht aber auch noch im sogenannten Zweier-System, d. h. für je zwei Retorten besteht ein gemeinschaftliches Feuer. Die Einmauerung hat den Vortheil, dass alle Retorten ziemlich gleichmässig beschickt werden können, dass ferner des kürzeren Feuerweges halber die Erhitzung gleichmässiger geschehen kann, wodurch eine längere Haltbarkeit bedingt wird. Endlich kommt bei der Auswechselung einer Retorte nur ein Ofen mit zwei Retorten ausser Betrieb. In Folge gleichmässigerer Füllung ist mehr Material abzuschweelen, wie in dem Batterieofen mit Querfeuer und haben vergleichende Versuche ein Verhältniss von 9 : 8 ergeben.

Die rotirenden liegenden Retorten — Resolving retorts — in Art der Kaffeebrenntrommeln sind von Gingembre bei der Leuchtgasbereitung in Anwendung gebracht, später zur Destillation bituminöser Schiefer benutzt, hatten in Amerika Anwendung. Die Uebelstände, dass die Kohlen etc. dabei zu Pulver zermalmt werden, dass sich der Kohlenstaub den Theerdämpfen beimengte, liessen einen allgemeinen Gebrauch nicht aufkommen.

b) Schweelöfen mit stehenden Retorten.

Die ersten stehenden Retorten wurden von Selligue — Seite 9 — construirt und von ihm und de la Haye in Autun zur Abschweelung von bituminösem Schiefer verwendet. Wegen der Bequemlichkeit beim Beschicken und Entleeren der Retorten setzte noch später Wagemann eine Schweelerei bei Mehla a/Rh. nach diesem System behufs Abschweelung von Blätterkohlen in Betrieb, später wurden stehende Retorten zur Abschweelung von Torf und Braunkohlen verwendet. Die meisten construirten stehenden Retorten erwiesen sich als un-

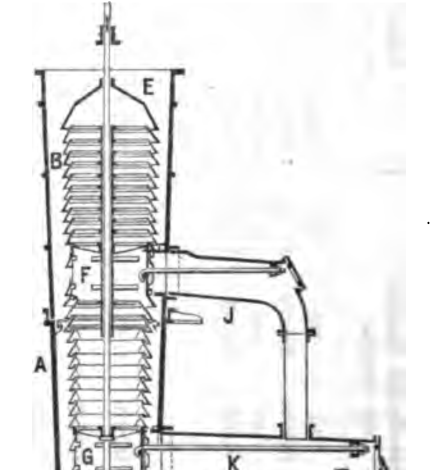
Schweelversuche mit klarer Kohle nach verschiedenen Methoden.

Dauer der Schweelzeit: 10 Stunden	Theerausbeute pro Tonne Kohle				Specifisches Gewicht des Theeres				Feuerkohlenverbrauch pro Tonne Schweelkohle			
	Ohne Dampf und ohne Rühren Kilogr.	**Mit Rühren ohne Dampf** Kilogr.	**Mit Rühren und Dampf** Kilogr.	**Mit Dampf ohne Rühren** Kilogr.	**Ohne Dampf und ohne Rühren**	**Mit Rühren ohne Dampf**	**Mit Rühren und Dampf**	**Mit Dampf ohne Rühren**	**Ohne Dampf und ohne Rühren** Tonne	**Mit Rühren ohne Dampf** Tonne	**Mit Rühren und Dampf** Tonne	**Mit Dampf ohne Rühren** Tonne
I	10,10	**11,15**	10,80	9,80	0,872	**0,866**	0,876	0,896	0,72	**0,64**	0,72	0,72
II	15,10	**17,35**	15,20	12,00	0,862	**0,859**	0,870	0,885	0,71	**0,64**	0,75	0,76
III	15,43	**16,25**	14,13	13,35	0,865	**0,860**	0,880	0,892	0,71	**0,68**	0,86	0,86
IV	16,10	**17,70**	15,26	14,45	0,868	**0,865**	0,876	0,875	0,71	**0,64**	0,89	0,83

vollkommen, weil der Weg, den der Theer bis zu den Abzugsröhren zurückzulegen hat, zu weit war.

Die stehenden Retorten — Rolle's Patent 1858 — in denen gegenwärtig der Schweelprocess vorzugsweise vorgenommen wird, sind gusseiserne conische Cylinder *A* — Fig. 183 —;

Fig. 183.



Rolle's stehende Schweelretorte.

A Cylinder. *B* Glockenringe. *C* Conus. *D* Kasten. *E* Glockenhut. *E F*, *F G*, *G H* Schweelzonen. *J*, *K* Abzugsrohre. *L* Vorlage. *R*, *S* Schieber. *T* Drosselklappe.

dieselben haben bei einer Höhe von 5 Meter einen oberen Durchmesser von 1 1/2—2 Meter und tragen im Innern ein System von vertical übereinander liegenden Ringen — Glockenringen *B* — kurzweg Glocken genannt, die je nach der Dimension des Cylinders 15—20 Cm. hoch sind, und durch eine durch Stege gehende Glockentragstange im Centrum des Cylinders gehalten werden. Die Glocken bilden mit Einschaltung von zwei

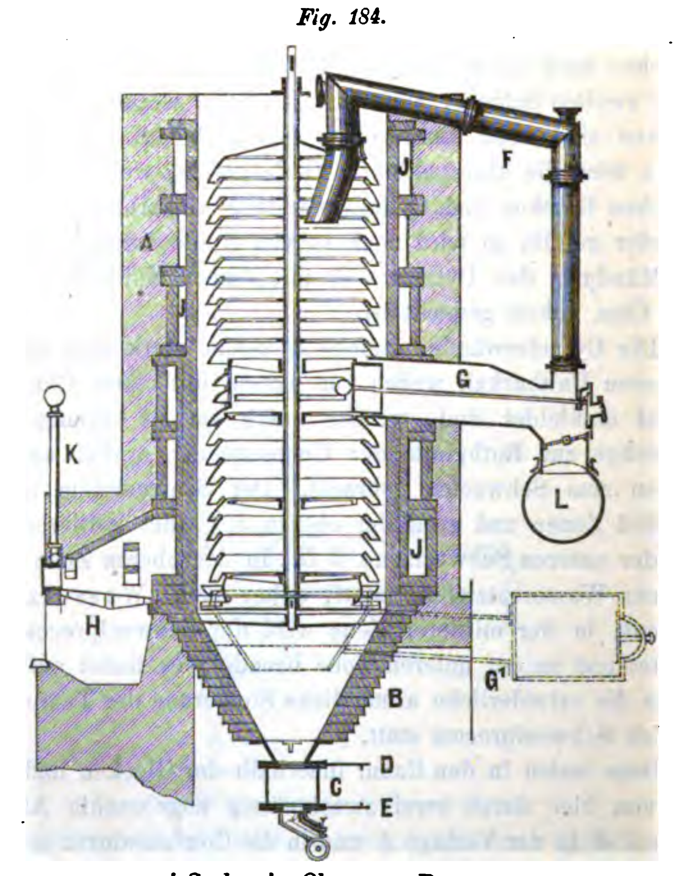
grösseren Blechglocken einen zweiten cylindrischen Raum. Der Durchmesser der Glocken wird so gewählt, dass der Schweelraum eine Weite von 5—10 Cm. behält. Unten verläuft der Cylinder in einen Conus *C*, an diesen schliesst sich ein cylindrischer Kasten *D* von ungefähr 2 Cbf. Inhalt, der durch einen Schieber nach oben von dem Conus *C* abgeschlossen, durch einen zweiten Schieber nach unten entleert werden kann. Die Glocken sind oben durch einen Glockenhut *E* gedeckt, auf diesen wird die klar geklopfte Kohle gefüllt, welche von hier zwischen Glocken und Cylinderwandung hinabrutscht, ist der Cylinder gefüllt, so wird noch so viel Kohle aufgegeben, dass die Mündung des Cylinders *A* mit einem Kohlenkegel von 2—3 Cbm. Inhalt gedeckt ist.

Die Cylinderwände, welche 3—5 Cm. stark sind und der grösseren Haltbarkeit wegen von aussen mit einem Chamottemantel umkleidet sind, werden durch um sie herumgehende Feuerzüge zur Rothgluth der Ummantelung erhitzt und die Kohlen zum Schweelen gebracht. Der Schweelraum besteht aus drei Zonen und zwar der oberen *E F*, der mittleren *F G* und der unteren Schweelzone *G H*. In der oberen Zone findet fast nur Wasserentziehung statt, daher auch „Wasserzone" genannt, in der mittleren Zone wird der Schweelprocess eingeleitet und in der unteren Zone beendet; es findet auf diese Weise die erforderliche allmähliche Steigerung der Temperatur für den Schweelprocess statt.

Gase treten in den Raum innerhalb der Glocken und werden von hier durch zwei zweckmässig angebrachte Abzugsrohre *J K* in der Vorlage *L* und in die Condensatoren geführt. Ein vor den Condensatoren angebrachter Exhaustor — *o* Fig. 187, Seite 711 —, durch eine 4pferdige Maschine getrieben, beschleunigt den Abzug der Gase. Für einen Cylinder von 125 Cm. Durchmesser sind erfahrungsmässig 100 Quadratmeter Condensationsfläche nothwendig. Die Condensationsröhren werden zweckmässig aus 2,2 Mm. starkem Blech gefertigt und Weiten von 58, 49, 39, 26 und 24 Cm. zu einem Systeme gewählt, welches in der Weise aufgestellt wird, dass man mit den 58 Cm. starken Röhren beginnt und mit den 24 Cm. weiten

aufhört. Die Condensationsproducte Theer und Wasser fliessen aus der Vorlage und aus der Condensation in ein Theersammelbassin, welches nach Art der Florentiner Flaschen eingerichtet

Fig. 184.



Stehende Chamotte-Retorte.

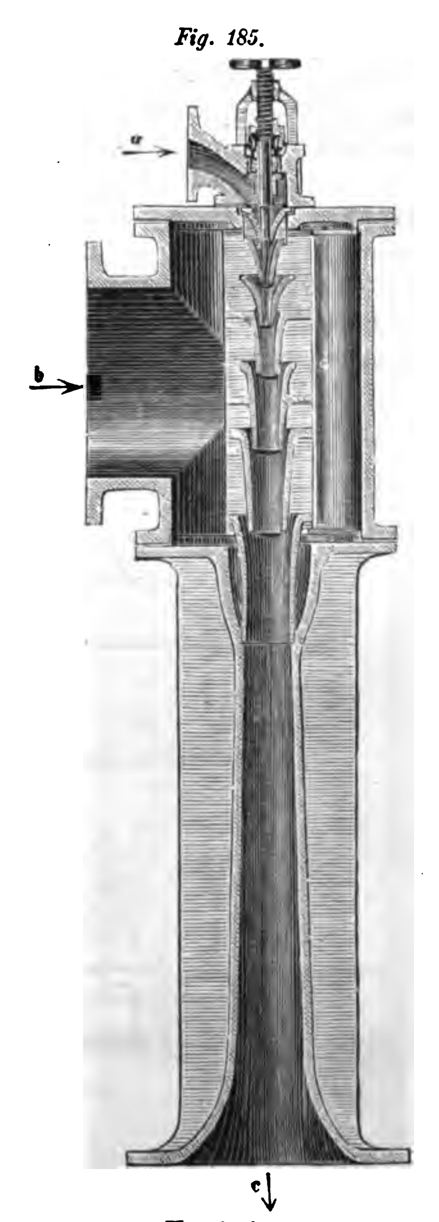
A Chamottwandung. *B* Chamottconus. *C* Schieberkasten. *D* oberer, *E* unterer Schieber. *F* Wasserdampfabzugsrohr. *G*, *G*¹ Gasabzugsrohr. *H* Feuerung. *J* Feuerzüge. *K* Gasrohr. *L* Vorlage.

ist, damit durch den Schwanenhals das Theerwasser leicht und stetig abfliessen kann.

Der Schweelraum einer stehenden Retorte von 125 Cm. Durchmesser fasst 30 Hectoliter Kohlen. In zwölf Stunden wird 10mal gezogen; jeder Zug Coks entspricht einem Hectol. Kohlen-

füllung, mithin muss, um eine Cylinderfüllung Kohlen durchzubringen, 30 mal gezogen werden und dazu sind 3 mal 12 Stunden erforderlich, es befindet sich sonach jede Kohlenfüllung 36 Stunden behufs Abschweelung in dem Cylinder.

Fig. 185.



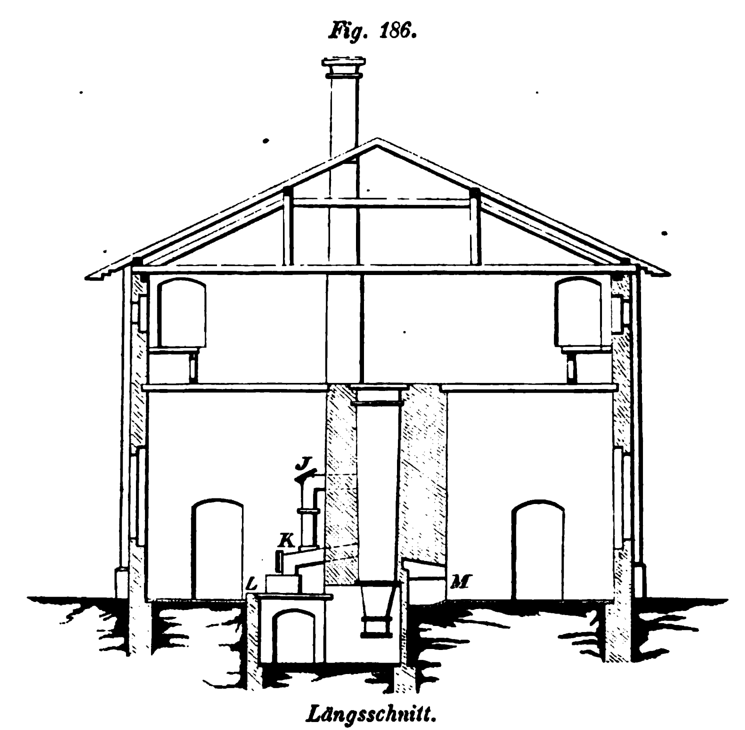
Körting's Dampfstrahl-Gas-Exhaustor.
a Dampfrohr. *b* Verbindungstutzen. *c* Dampfaustritt.

Der abgeschweelte Coks sammelt sich in dem unteren Conus *C* und wird in Zwischenräumen von ³/₄ bis 1¹/₂ Stunden durch Oeffnen des Schiebers *R* in den Schieberkasten *D* abgelassen und dort bis kurz vor der nächsten Charge der Abkühlung überlassen; durch Oeffnen des Schiebers *S* fällt der Coks in einen untergestellten Kübel und wird entfernt. Zu gleicher Zeit rutschen dann von dem über dem Glockenhut *E* liegenden Kohlenvorräth frische Kohlen nach. Bei dem Abziehen des Coks in den Kasten wird das Ausgangsrohr des Cylinders durch eine Drosselklappe *T* von dem Sammelrohre abgesperrt, damit die in dem Schieberkasten befindliche atmosphärische Luft zur Vermeidung von Explosionen nicht in das Sammelrohr ein

gesaugt werden kann. Der Betrieb der Schweelcylinder ist demnach ein continuirlicher und brauchen die Cylinder nur alle 1 1/2—3 Monate einer Reinigung unterworfen zu werden, um dann wieder ungestört weiter arbeiten zu können.

Zur Zeit sind stehende Retorten von 5 Meter Höhe und 125, 156, 188 Cm. oberem Durchmesser in Anwendung und schweelen diese bei 125 Cm. Durchmesser 21 Hectoliter, bei 156 — 33 und bei 188 Cm. Durchmesser 44 Hectoliter Kohlen in 24 Stunden, wozu an Feuerkohle 2/3 des Schweelkohlenquantums erforderlich ist.

Fig. 186.



Längsschnitt.

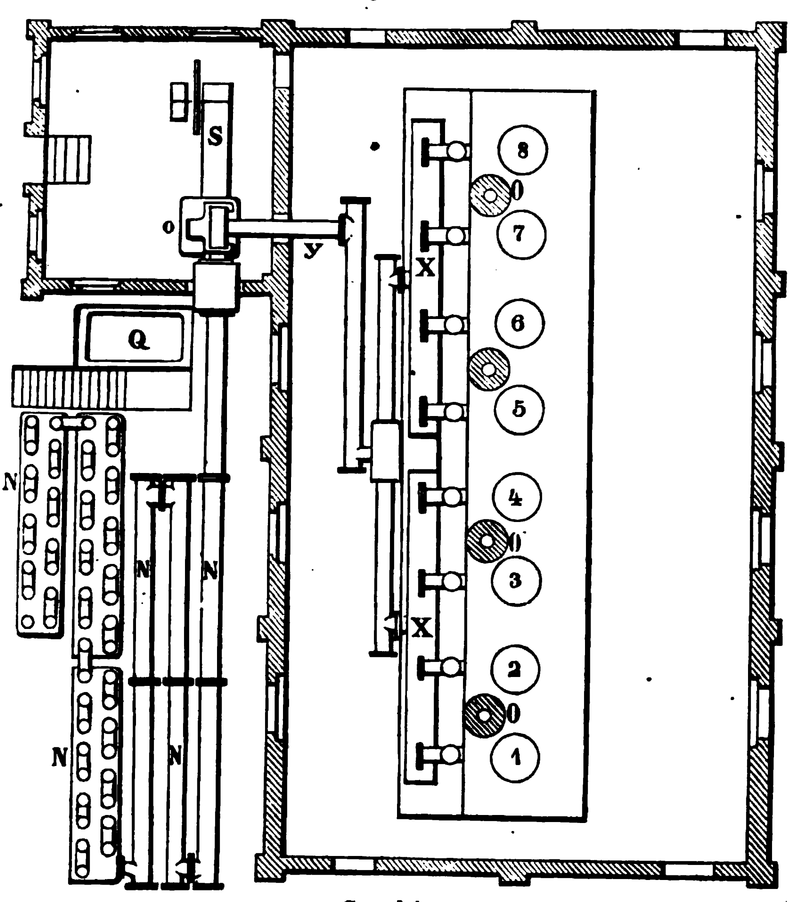
Theerdestillationsanlage mit

J, K Abzugsrohe. *L* Vorlage. *M* Feuerung.

In späterer Zeit hat Rolle die eisernen Cylinderwände durch gemauerte Chamottewände ersetzt und auch mit diesen Apparaten gute Resultate erzielt.

Die stehende Chamotteretorte — Fig. 184, Seite 708 — ist geradwandig und mit Glocken von gleicher Grösse versehen. *A* ist die Chamottewandung, *B* der Conus von Chamotte, wird aber

Fig. 187.



Grundriss.

acht stehenden Retorten.

N Condensation. *O* Essen. *o* Exhaustor. *Q* Theersammelbassin. *S* Dampfmaschine. *X* Vorlagen. *y* Verbindungsstück.

auch viel von Eisen gewählt; *C* Schieberkasten, *D* oberer, *E* unterer Schieber. Das Rohr *F* dient zur Abführung der Wasserdämpfe aus der oberen Schmelzzone *G* als Abzugsrohr für die

Gase der mittleren und unteren Schweelzone. Die weitere Einrichtung ist wie bei den eisernen Cylindern — Fig. 183 — und ergiebt sich das Nähere aus der Buchstabenerklärung. Auch hier sind vor der Condensation Exhaustoren angegebracht.

Die Exhaustoren oder Aspiratoren für Braunkohlenschweelereien haben dieselbe Einrichtung wie die bei Gasanstalten verwendeten. Alle Exhaustoren, welcher Art sie sonst sein mögen, wirken nach der Vorlage hin als Saugpumpe, nach den Reinigungsapparaten und dem Gasometer zu, resp. bei den Theerschweelereien nach der Condensation zu, als Druckpumpen.

In neuerer Zeit sind aber von Körting für Theerschweelereien besondere Dampfstrahl-Gas-Exhaustoren — Fig. 185 — construirt worden, welche durch einen Dampfstrahl betrieben werden, welcher mit grosser Geschwindigkeit eine Reihe hintereinander folgender Düsen passirt — Seite 609 — dabei das Gas aus den Schweelcylindern ansaugt und in die zur Condensation desselben vorhandene Rohrleitung drückt. Gegenüber den üblichen Theergas-Exhaustoren bieten die Dampfstrahl-Gas-Exhaustoren den Vortheil, dass sie absolut zuverlässig bei constantem Vacuum wirken und weil keine beweglichen Theile vorhanden, dieselben keiner Abnutzung unterworfen sind, keiner Wartung bedürfen und leicht und schnell gereinigt werden können. Die Inbetriebsetzung erfordert keine Dampfmaschine, Transmissionen etc., sondern nur eine verhältnissmässig dünne, mit dem Betriebskessel verbundene Dampfleitung.

Der Verbindungsstutzen *a* wird vor dem Condensator eingeschaltet, durch *b* tritt Dampf ein, wirkt saugend und tritt bei *c* wieder aus.

Die Figuren 186 und 187 zeigen einen Längs- und Querschnitt einer Theerdestillationsanlage mit acht stehenden Retorten.

In dem Längsschnitt — Fig. 186 — ist oberhalb der stehenden Retorte der sogenannte Schweelboden, auf welchen von der Grube aus mittelst Bahn die Schweelkohle geschafft wird; gleichfalls kommt die Feuerkohle auf diesen Boden und wird

durch seitlich angebrachte Trichter in den Feuerraum *M* gestürzt. Die Nummern im Querschnitt — Fig. 187 — bedeuten die Anzahl der Retorten und ist für zwei Retorten eine Esse *O* in Thätigkeit. Die nähere Erklärung folgt aus den Buchstaben und dem vorangegangenen Text.

Zur Bedienung von 28 stehenden Retorten der gebräuchlichsten Grösse von 1 1/4 Meter Durchmesser sind pro Schicht 8 Mann nothwendig und zwar: 1 Aufseher, 2 Füller, 3 Räumer und 2 Feuerleute erforderlich.

Die stehenden Schweelcylinder haben vor den liegenden Retorten zunächst den continuirlichen, sich selbst regulirenden Betrieb voraus, sodann verhindern sie den Zutritt der äusseren Luft in die Apparate mit Ausnahme der wenigen durch die Kohle mit eingeführten Luft und umgehen so die oxydirende und abkühlende Wirkung derselben, welcher die liegenden Retorten bei ihrer Beschickung unbedingt ausgesetzt sind. In Folge dessen sind Cylindertheere weit freier von Oxydadationsproducten wie Retortentheere, demgemäss auch specifisch leichter um circa 0,020; das leichtere specifische Gewicht ist aber auch eine Folge der niederen Temperatur in stehenden Cylindern, daraus ergiebt ferner sich eine Ersparniss von Feuerkohlen. In der Regel werden beim Retortenbetrieb auf eine Tonne Schweelkohle 3/4—1 Tonne Feuerkohlen, bei Cylinderbetrieb nur 1/2—3/4 Tonne gerechnet.

Eine stehende Retorte schweelt in 12stündiger Schicht 5, eine liegende Retorte 1 Tonne Kohlen ab. Eine Anlage von 8 stehenden Retorten erfordert z. B. 244 Quadratmeter Grundfläche, dagegen ist eine Anlagevon 40 liegenden Retorten nöthig, ein gleiches Quantum Theer zu liefern und diese Anlage erfordert 750 Quadratmeter, mithin 3,1 mal so viel Grundfläche.

Welches System in einem bestimmten Falle zu wählen sei, hängt viel von localen Verhältnissen, vor Allem von der Beschaffenheit der Schweelkohlen, von der Feuerkohle und von den am Platze herrschenden Arbeiterverhältnissen ab; denn die schwere Arbeit an liegenden Retorten passt den Arbeitern

heutzutage nicht mehr. Für gewöhnlich werden magere, theerarme, schwer abzutreibende Kohlen auf Cylindern, fette, theer- und paraffinreiche Kohlen auf Retorten verarbeitet.

Ramdohr war der erste, welcher mit Erfolg überhitzte Wasserdämpfe zur Theerschweelerei anwandte. Ramdohr schweelte Braunkohlen in einer 13—15 Hectol. fassenden Retorte mit überhitzten Wasserdämpfen ab, verdichtete die entweichenden Dämpfe durch Wasserkühlung und erhielt so 10, 11 Kilogramm Theer pro Hectol. Kohle, 245 Kilogr. pro Tonne, eine Ausbeute, welche die vorhergehenden Fabrikationsmethoden weit übertrifft.

Der Schweelapparat von Ramdohr ist ein aus zwei oder mehreren Theilen bestehender Kasten von circa 200 Cm. Länge, 100 Cm. Breite und 115 Cm. Höhe, dessen obere und untere Flächen gewölbt sind. In einer bestimmten Entfernung vom Boden liegt eine rostartige Vorrichtung, auf welcher die Kohle in einer 75—80 Cm. hohen Schicht ruht; am oberen Theile befindet sich ein genügend weites Abzugsrohr für Theer- und Wasserdämpfe, welches durch ein Ventil mit dem Condensator in Verbindung steht. An der vorderen schmalen Seite des Apparates befinden sich 3 viereckige Oeffnungen von 78 Cm. Breite und verschiedener Höhe. Die erste Oeffnung liegt unter dem Vertheilungsrost, um beim Entleeren des Apparates durchfallenden Staub entfernen zu können, die zweite in gleicher Höhe mit dem Rost dient zum Entleeren des Coks und theilweise zum Einfüllen der frischen Kohle, die dritte befindet sich in gleicher Höhe mit der zu verschweelenden Kohlenschicht. Durch diese oberste Oeffnung wird der grösste Theil der Kohle in den Apparat gebracht und die letztere mittelst einer Krücke gleichmässig ausgebreitet. Sämmtliche Oeffnungen werden durch mit Lehm lutirte Deckel dicht verschlossen.

Der überhitzte Dampf tritt in den Raum unterhalb der Kohlenschicht ein und durchdringt letztere mit Hülfe geeigneter Vertheilungsvorrichtungen ganz gleichmässig. Der Schweelapparat ist mit Ausnahme der Stirnwand allseitig von warmem

Mauerwerk umgeben, unter demselben circulirt in einem Canale die von dem Ueberhitzungsapparate entweichende Feuerluft. Einer durch Verbrennen des Eisens herbeigeführten Abnutzung ist der Apparat so gut wie gar nicht unterworfen.

Der Ueberhitzer besteht aus einer Anzahl schmiedeeiserner Röhren und kann die Construction als bekannt vorausgesetzt werden.

Die Condensation der aus dem Schweelapparate entweichenden Dämpfe erfolgt in dem eigentlichen Condensator und zwei gemeinschaftlichen, mit einander mehrfach communicirenden Sammelrohren, von denen das erste durch eine eigenthümliche Berieselung mit einer ganz dünnen Wasserschicht bedeckt gehalten wird, während das zweite nur Luftkühlung hat. Der Condensator besteht aus einem allseitig geschlossenen Kasten von 220 Cm. Länge, 63 Cm. Breite und ebensoviel Höhe, zwischen der oberen und unteren Platte von einer Anzahl aufrechtstehender, schmiedeeiserner Röhren von 8 Cm. Weite durchzogen, welche unten und oben offen sind; dieser Kasten liegt in einem offenen Blechbassin, mit ringsumher 8 Centimeter Abstand.

Die Zwischenräume und sämmtliche Röhren sind mit Wasser gefüllt, welches continuirlich unten auf der einen Seite einfliesst, auf der entgegengesetzten Seite oben abfliesst. Der Innenraum des Kastens communicirt einerseits mit dem Schweelapparat, andererseits mit den Sammelröhren. Die Dämpfe treten auf der dem Wasserzufluss entgegengesetzten Seite in den inneren Kasten und winden sich zwischen den mit stets circulirendem Wasser gefüllten Röhren hindurch, um, zum grössten Theil condensirt, am kältesten Theile in das Sammelrohr überzutreten.

Das Kühlwasser fliesst in den Condensator mit einer Temperatur von 10—15° C. und verlässt denselben mit einer Temperatur von 85—90° C.

In beiden Sammelrohren wird nur noch wenig Theer verdichtet, während ein Theil des Wasserdampfes uncondensirt ins Freie entweicht. Der Schweelapparat erfordert an Condensationswasser inclusive der Berieselung des Sammelrohres 15

bis 22 Liter pro Minute. Jede einzelne Füllung beansprucht zum vollständigen Abschweelen mit Beschickung und Entleerung 12—13 Stunden. Den Verlauf der Destillation beobachtet man an einer einfachen Vorrichtung, die es gestattet, jederzeit eine Probe des augenblicklich Destillirenden aufzufangen.

Da wo die flüssigen Condensationsproducte den Condensator verlassen, um nach dem ersten Sammelrohre hinabzugehen, befindet sich an der unteren Seite des betreffenden Verbindungsrohres eine kleine sackartige, unten durch einen Hahn verschlossene Erweiterung. Wasser und Theer müssen diese Senkung passiren, in welcher sich bei geschlossenem Hahn nur Wasser befindet, der Theer also darüber hinwegfliesst, während bei geöffnetem Hahn alle soeben condensirten flüssigen Producte des betreffenden Schweelapparates nicht nach dem Sammelrohr, sondern in ein untergehaltenes Gefäss fliessen.

Während der ersten 1½—2 Stunden nach Beginn der überhitzten Dampfeinströmung wird lediglich die Grubenfeuchtigkeit aus der Kohle entfernt; der Probirhahn giebt nur Wasser. Alsdann zeigt sich der Theer als eine theils dunkel-olivengrüne, theils hellkaffeebraune Schicht über dem Wasser im Probirtopfe, welche im weiteren Verlaufe der Destillation zunimmt. Die Beendigung der Schweelung markirt sich sofort durch das Schwächerwerden der Theerschicht und schliesslich durch das Erscheinen einer gelben flockigen Masse.

Die sämmtlichen flüssigen Destillationsproducte fliessen nach einem gemeinschaftlichen Bassin; das Wasser scheidet sich fortwährend als unterste Schicht ab und wird continuirlich durch ein Schwanenhalsrohr abgeführt, während der Theer durchaus wasserfrei mittelst eines eigenthümlich construirten Hahnes abgelassen wird.

Die Theerausbeute variirt zwischen 8,6—11 Kilogr. pro Hectoliter Kohle; im grossen Durchschnitt einer langen Reihe von Jahren beträgt dieselbe zwischen 9,4—9,7 Kilogramm pro Hectoliter.

Der Kohlenverbrauch für die Erzeugung von 50 Kilogr. Theer beziffert sich auf:

5,28 Hectol.	=	2,40 Tonnen	Schweelkohlen	
4,60 „	=	2,09 „	Feuerkohlen bei den Ueberhitzern	
7,77 „	=	3,53 „	Feuerkohlen zur Dampferzeugung	
17,65 Hectol.	=	8,02 Tonnen	im Ganzen.	

Der nach Ramdohr's Verfahren dargestellte Dampftheer unterscheidet sich in vieler Beziehung von dem Retortentheere, nicht nur in seinen physikalischen Eigenschaften, sondern seiner ganzen Zusammensetzung nach. Der Dampftheer erstarrt bereits bei 55—60° C.; so dass er selbst im Sommer zu Blöcken oder Tafeln geformt im Freien aufbewahrt werden kann. Im geschmolzenen Zustande beträgt bei 80° C. sein specifisches Gewicht = 0,875.

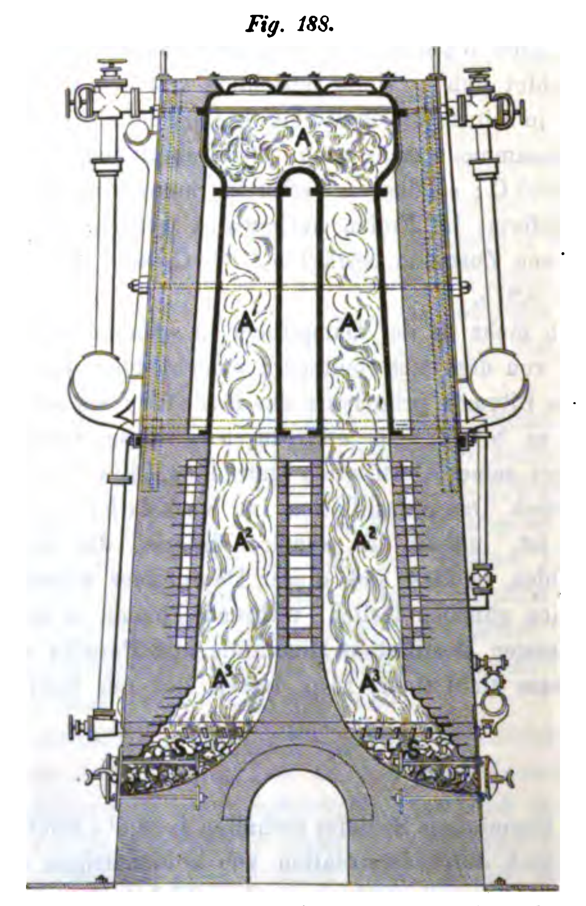
Noch mehr ist der Dampftheer in seiner chemischen Constitution von dem Retortentheere verschieden. Im reinen unzersetzten Bitumen präexistirt das Paraffin als solches nicht, sondern es bildet sich erst durch gewisse Veränderungen, welche bei seiner Destillation stattfinden. Ein Theer, welcher daher durch Dampfdestillation im Ramdohr'schen Apparat erhalten ist, enthält die primäre Materie, das Bitumen der Braunkohlen, es lässt sich dieser Dampftheer verseifen, er ist in Alkalien gänzlich löslich, während Theere, in denen schon bei der ersten Destillation Mineralöle und Paraffin vorgebildet sind, dieses nicht thun, resp. lassen sich nur theilweise verseifen.

Die bituminösen Schiefer enthalten 1—2,3% Stickstoff, auch die künstlich durch Destillation von kohlenartigen Substanzen erhaltenen Oele zeigen bedeutenden Stickstoffgehalt und fand G. Beilby bei der Destillation von bituminösen Schiefern zur Paraffindarstellung die Vertheilung von 100 Theilen des ursprünglich im Schiefer enthaltenen Stickstoffs wie folgt:

Im Ammoniakwasser	17,00 %	Stickstoff
Im Oele als alcaloidhaltigen Theer .	20,40 „	„
In dem Rückstände oder dem Coks .	62,60 „	„
	100,00 %	Stickstoff

Bei der Destillation des Oeles wurde freies Ammoniak, ein Oel von geringerem Stickstoffgehalte, und 2,8—3,2 % stickstoffhaltiger Coks erhalten. Der Rückstand der Destillirblasen

Fig. 188.



Young und Beilby's Schweelofen

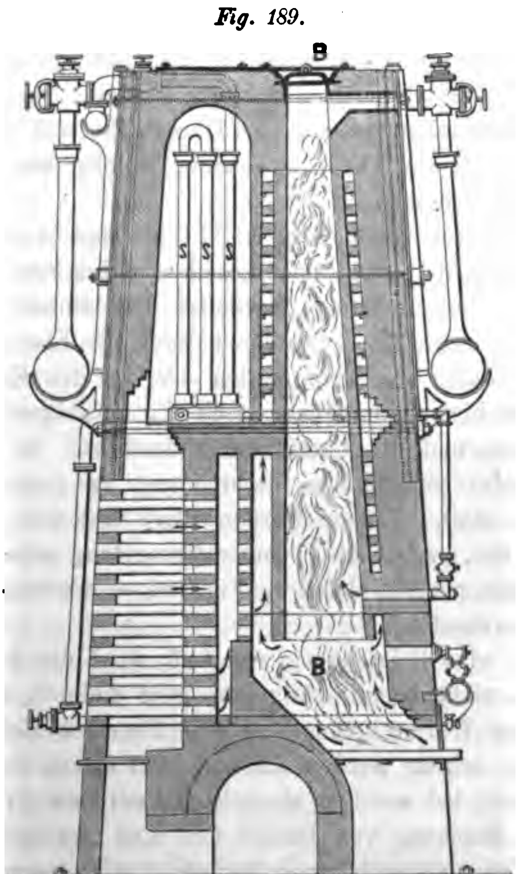
A, *A*[1] Eisenretorte. *A*[2], *A*[3] Thonretorte. *S* Feuerung.

für alcaloidischen Theer enthält etwa 40 % Stickstoff. Weitere Versuche zeigten, dass bei sehr langsamer Destillation, wobei die Coks längere Zeit auf Rothglut erhalten wurden, eine grössere Ausbeute zu erzielen war. Wahrscheinlich wurden durch die längere Einwirkung der Wärme die in den Coks

enthaltenen nicht flüchtigen Alcaloide zu Ammoniak und freiem Stickstoff zersetzt.

Durch Anwendung von Wasserdampf bei der Destillation

Fig. 189.



für bituminöse Schiefer.

S, S, S Dampfüberhitzer. *B, B* Thonretorten.

bituminöser Schiefer wird die Ausbeute an Ammoniak bedeutend erhöht. Auch durch Anwendung von Dampf auf den glühenden Destillationsrückstand entsteht eine bedeutende Ammoniakbildung. Auf 100 Theile ursprünglich vorhandenen Stickstoffs finden sich dabei:

Im Ammoniakwasser	24,20 %	Stickstoff
Im Oele als alcaloidischer Theer . .	20,00 „	„
In dem Rückstande oder dem Coks .	55,30 „	„

Während bei der Destillation der Steinkohlen Gas, Coks und in neuerer Zeit auch der Theer, bei den Braunkohlen nur der Theer Hauptproducte sind, so ist in neuester Zeit bei der Destillation der bituminösen Schiefer — Seite 14, 58 und 189 — die Ammoniakgewinnung eine Hauptsache und wird nebenbei doch noch ein Theer gewonnen, welcher ein sehr gutes, festes Paraffin liefert.

Die Retorten von Young & Beilby sind in den Fig. 188 und 189 dargestellt und haben dieselben in den Pentlandwerken mit ausgezeichnetem Erfolge gearbeitet. Der bituminöse Schiefer wird bei A eingefüllt, geht zuerst durch die Eisenretorten A^1 und dann durch die Thonretorten A^2. In den Eisenretorten wird der Schiefer allmählich durch die aufsteigenden heissen Gase erhitzt und die Paraffinöle abdestillirt. In der Thonretorte findet vollständige Verbrennung zu Ammoniak und Wassergas statt. Früher wurden diese Retorten in offenen Oefen erhitzt, wobei die Temperaturregelung sehr schwierig war. In den neueren Oefen — Fig. 184 — werden nur Thonretorten verwendet.

Durch eine Beimengung von Luft wird die Ausbeute an Ammoniak nicht beeinträchtigt; es wird dadurch in den Retorten selbst Wärme erzeugt, so dass dieselben nicht so stark von aussen erhitzt werden müssen. Bei einem Versuche mit einer Retorte, bei welchem abwechselnd mit Dampf allein, oder mit einer Mischung von Dampf und Luft gearbeitet werden konnte, ergab sich bei letzterer Methode ein Gewinn an Paraffinöl von 10 % und an festem Paraffin von 25 %.

Der Torf — Seite 177 —, welcher zwar ein sehr schönes Paraffin liefert, aber seines geringen specifischen Gewichtes halber im Verhältniss viel weniger benutzt wird als die Braunkohlen etc., wird nur dann rentabel sein, 1. wenn die Theerausbeute mindestens 4 % des Torfgewichtes beträgt — Seite

186 —, 2. wenn sich gleichzeitig Gelegenheit bietet auch die Torfkohlen günstig zu verwerthen und 3. wenn der Torf so geringen Werth hat, dass er ganz verloren gegeben werden kann und durch die Destillationsproducte die gesammten Unkosten gedeckt werden. Dazu kommt, dass die Destillationen in nicht allzu kostspieligen Retortenanlagen vorgenommen werden können; es eignen sich dazu am besten die stehenden Rolle'schen Retorten — Fig. 183, Seite 706 —. In Irland bestehen grossartige Etablissements, welche die dortigen weit ausgedehnten Torfmoore in obiger Weise ausbeuten, auf dem Continent nur wenige.

Zur Destillation schwer vercokbarer Stoffe hat J. Jameson — D. R. P. Nr. 25676 — einen Ofen construirt, in welchem die Materialien von oben erhitzt und die Destillationsproducte von unten abgesaugt werden. Dadurch soll es möglich sein, in einem Apparate billiger und einfacher Form, aus Materialien, wie Schiefer, Kleinkohle oder Kohlenzechenabfällen, welche zur Cokserzeugung nicht verwendbar sind, oder von Stoffen, wie Sägespäne, Torf etc., welche der trocknen Destillation bisher wenig oder nicht unterworfen wurden, Destillationsproducte zu gewinnen. Der Grad der Saugwirkung wird in allen Fällen je nach dem zu behandelnden Materiale und dem zu erzielenden Resultate geregelt.

Apparate zur Theergewinnung aus Steinkohlen, Braunkohlen etc. sind noch von Hornig, Dresden; Brunk, Mannheim; Klönne, Dortmund etc. construirt worden.

---

c) Allgemeines zur Theergewinnung.

Hierbei sind die Angaben über trockne Destillation — Seite 142 u. f. — zu berücksichtigen.

Ohne Rücksicht auf die Anwendung und Einrichtung irgend welches Schweelofens etc. ist der Gang der Destillation und die Wahl und Beschaffenheit des Materials von Einfluss auf die Eigenschaften und Zusammensetzung der Theere.

Zunächst kommt der Grad der Zertheilung in Betracht.

In groben Stücken dringt die Hitze langsam von aussen nach innen vor; um den Kern auf die Temperatur zu bringen, bei der er sich zersetzt, muss entweder Zeit geopfert, oder, um sie zu ersparen, die Hitze gesteigert werden, was für das Theerausbringen nachtheilig ist. Werden die Retorten mit gepulverten Kohlen beschickt, so gelangen alle Theilchen gleichzeitig oder nahezu gleichzeitig auf die Zersetzungstemperatur und es ist daher nicht nöthig diese zu überschreiten, da die Ausbeute besser ausfällt, wie durch die Erfahrung nachgewiesen. Als Vohl die Zwickauer Glanzkohle — Seite 147 — bei einem Versuche im Kleinen, das eine Mal in Stücken von 30 Gramm Schwere, das andere Mal als Pulver destillirte, erhielt er folgendes Resultat:

	Coks	Theerwasser	Theer	Gase
in Stücken . .	59,1 %	10,8 %	13,1 %	17,0 %
in Pulver . .	64,2 „	13,5 „	15,4 „	6,9 „

Nach diesem Grundsatz bei der Destillation im Grossen verfahren, liesse sich keine Rechnung finden. Denn wenn danach verfahren und nur das pulverförmige Material destillirt wird, so werden die Beschickungen zu klein, die Arbeit wird schleppend und hört auf lohnend zu sein. Werden die Retorten mit noch grösseren Mengen Pulver beschickt, so dringt darin die Hitze noch schwieriger vor als bei groben Stücken und befindet sich die Manipulation im Widerspruch mit obigen Grundsätzen. Es ist daher Regel, das Material in etwa welsche-nussgrossen Stücken anzuwenden und mulmige Braunkohlen etc. vorher in kleine Ziegel zu formen. Sind die Stücke ungleichförmig, so wird sich eine Menge unabdestillirten Materials noch in der Retorte finden, wenn schon die kleineren Stücke längst ihres Bitumengehaltes beraubt sind.

Die Quantität und weit mehr noch die Qualität des Theeres ist ungemein durch die Temperatur, bei welcher die Zersetzung der Materialien erfolgt, beeinflusst, denn bei raschem und lang-

samem Gang werden andere Resultate und andere Producte erzielt — Seite 147 —. Theer bei niederer Temperatur dargestellt ist specifisch leichter als Theer bei hoher Temperatur gewonnen; daher sein specifisches Gewicht bald über, bald unter dem des Wassers ist. Bei niederer Temperatur wird mehr Theer und mehr Theerwasser aber weniger Gas als bei hoher Temperatur erhalten.

Wenn die Temperatur eine relativ niedrige ist, so entstehen von den Kohlenwasserstoffen vorwiegend diejenigen der Grubengasreihe von der Formel C_xH_{2x+2}, die niederen Glieder derselben sind flüssig und geben nach ihrer Trennung und Reinigung Beleuchtungsöle und Schmieröle, die höheren Paraffine. Sehr ähnlich sind diesen Körpern noch diejenigen aus der Aethylenreihe C_xH_{2x}, welche in manchen Fällen die Paraffine ganz oder theilweise ersetzen; daneben kommen allerdings auch stets sauerstoffhaltige Benzolderivate — Phenole — vor, aber ganz vorwiegend complicirtere, in welchem Falle noch fette Gruppen — Methyl — theils im Benzolkern auftreten, theils den Hydroxyl-Wasserstoff ersetzen, wie Kresol, Kreosol, Guajacol etc. Permanente Gase werden natürlich stets entwickelt. Weitere Unterschiede zeigen sich bei höherer oder niederer Temperatur — Seite 147 — im Verhalten der stickstoffhaltigen Bestandtheile der Materialien; im ersteren Falle bilden sich Amine — Seite 334 —, im zweiten Falle mehr Basen der Pyridinreihe — Seite 352 —.

Selbstredend liegt es nicht in der Hand, mit jedem hier einschlägigen Rohmateriale nur durch Veränderung der Destillationstemperatur die verschiedenen Producte nach Belieben so oder so herzustellen. So ist es z. B. zweifelhaft, ob aus jüngeren Fossilien, also eigentlichen Braunkohlen, Torf, verschiedenen bituminösen Schiefern etc., überhaupt durch directe Destillation Benzol etc. erhalten werden kann, aber keinenfalls kann davon die Rede sein, solches, sowie überhaupt Körper der aromatischen Reihe mit Vortheil fabrikmässig aus jenen Materialien darzustellen. Ebensowenig wie es auf der anderen Seite gelingt aus Steinkohlen bei niederer Temperatur mit Vortheil Photogen etc. zu erzeugen, denn das erwähnte Beispiel der Zwickauer Glanz-

kohle ist für die Fabrikpraxis nicht maassgebend, welche constatirt hat, dass selbst von der Braunkohle nur gewisse halberdige Sorten, die eigentlichen „Schweelkohlen“ sich zur Fabrikation von Beleuchtungsölen eignen. Es liegt aber in unserer Macht durch nachträgliche Ueberhitzung der fetten Producte aus Braunkohlen und Petroleum etc. dieselbe in Gase und aromatische Körper zu spalten — Seite 166 und 268 —.

Die Verdichtung der Theerdämpfe gehört zu den schwierigen Operationen der Mineralölfabrikation und ist von grösster Wichtigkeit für die Theerausbeute, denn selbst bei mangelhafter Construction der Retorten ist bei vortheilhafter Kühlung eine ziemlich günstige Theerausbeute möglich.

Die zur Condensation angewendeten Mittel, wie starke Kühlung, grosse Condensationsflächen, Luft- und Erdkühlung, Einspritzung von kaltem Wasser etc. haben sich im Allgemeinen als ungenügend erwiesen und grosse Verluste an Dämpfen nicht zu verhindern vermocht; denn Theerdämpfe lassen sich nicht wie Alcohol- oder Wasserdämpfe condensiren, es finden zwischen beiden bedeutende Unterschiede statt. Während des Siedens der Flüssigkeiten, wie z. B. beim Abdestilliren von Alcohol aus der weingaren Maische verdrängen die sich bildenden Dämpfe nach und nach die in der Blase und in dem Kühlapparate enthaltene Luft und erfüllen endlich den ganzen Raum. Sobald die Dämpfe mit den kalt gehaltenen Flächen der Kühlapparate in Berührung kommen, schlagen sie sich nieder und machen, indem der durch die Condensation entstandene leere Raum saugend wirkt, anderen eben solchen Dämpfen Platz, welche ebenfalls sogleich in den flüssigen Zustand übergehen. Findet hinreichende Kühlung statt, so wird der Verlust auf ein Minimum reducirt, denn auch das letzte Dampfbläschen kann der Condensation nicht entgehen.

Bei der trocknen Destillation ist der Verlauf dagegen ein ganz anderer. Mit den Dämpfen bilden sich zugleich Gase in reichlicher Menge, welche ein kräftiges Bestreben haben in den Gasen zu diffundiren, daher der Verdichtung entgegenarbeiten. Gelangt das Gemisch von Gasen und Dämpfen in den Kühlapparat, so schlagen sich die Dampftheilchen, welche unmittel-

bar mit den Wänden der Kühlvorrichtung in Berührung kommen, nieder und werden durch eine Schicht von Gasen ersetzt, welche die übrige Dampfmasse einhüllt und als schlechter Wärmeleiter die fernere Einwirkung des Condensators verhindert. Dazu kommt, dass die Verdichtung jener Dämpfe noch nicht mit ihrer Sammlung und Abscheidung gleichbedeutend ist, denn ein gewisser Antheil davon bleibt stets in fein zertheiltem Zustande als sichtbarer Nebel darin schweben, der sich nur schwer und langsam absetzt.

So kann in der Mitte der Kühlröhren ein Dampfstrom, welchem permanente Gase beigemengt sind, trotz starker Abkühlung unverändert weiter gehen und daraus erklärt sich auch, dass bei ungenügender Condensation Oel, Paraffin-Naphtalintheilchen etc. entweichen, die sich an einem vor den Condensator gehaltenen Wergballen als gelbe schmierige Massen absetzen. Zu einer genügenden Verdichtung der Theerdämpfe gehört mithin, dass alle Theilchen derselben mit den Condensationsflächen in Berührung kommen und diese brauchen weder gross zu sein, noch bedürfen sie einer starken Abkühlung, denn bekanntlich ist die latente oder gebundene Wärme der Theerdämpfe eine sehr geringe und eine mässige Temperaturerniedrigung hinreichend, um sie in den flüssigen Zustand überzuführen. Das Gemisch von Gasen und Dämpfen kann mit einer Emulsion verglichen werden und gleichwie die Fetttheilchen der Milch durch rasches Durcheinanderschlagen von der Buttermilch getrennt werden, kann die Ausscheidung der Dämpfe durch Anwendung von Exhaustoren wesentlich befördert werden. Bei der Destillation der Theerdämpfe ist hauptsächlich darauf Bedacht zu nehmen, dass die Dampfmoleküle ihre Lage beständig ändern und mit den Wandungen des Kühlers unmittelbar in Berührung gerathen.

In den letzten Kühlröhren verdichtet sich der Rest der verdichtbaren Producte, welche sich als Theer und Theerwasser in den meist eisernen Vorrathsbehältern sammeln. Die unverdichtbaren Gase, mit dem nicht verdichtbaren Rest der Theerbestandtheile sind brennbar und von grosser Licht- und Wärmeentwicklung; sie werden, wie schon früher erwähnt, zum Heizen

benutzt und mit oder ohne Vermittlung von Gasometern unter die Retorten oder Dampfkessel geleitet. Im letzteren Falle wirkt die Zugkraft der Kamine der Feuerungen sehr förderlich und druckvermindernd auf den Abzug der flüchtigen Producte aus der Retorte, sowie auf den Durchgang durch den Kühler; andererseits lässt sich das Gas durch Zweigröhren zur Beleuchtung der Arbeit benutzen, wobei die Gasflamme sehr gut für die Beurtheilung des Ganges der Destillation dient.

Von Mellor und Anderen wird bei der Theergewinnung aus Steinkohlen den Gasen das Benzol durch Waschen mit starker Salpetersäure in einem mit Glasscherben angefüllten Thonthurme entzogen; das dabei sich bildende Nitrobenzol löst Benzol leicht auf, so dass das Gemisch von Nitrobenzol und Säure noch einer Waschoperation und nach Zusatz von Schwefelsäure zur Verstärkung von Neuem wieder den Thurm durchlaufen kann, ohne zu befürchten, dass aus Mangel an Säure Benzol verloren geht; denn ist die Säure erschöpft, so wird es von dem gebildeten Nitrobenzol etc. (Toluol wird sehr leicht nitrirt) aufgenommen. Das Benzol und Nitrobenzol kann dann durch Dampfdestillation und nachfolgende Condensation entfernt werden. Durch fractionirte Destillation werden Benzol und Nitrobenzol getrennt.

Die Destillation des Torfes beginnt schon bei etwa 109° C.; die der Braunkohlen, Blätterschiefer etc. wenigstens unter der dunklen Rothglühhitze. Anfangs geht überwiegend Wasser mit wenig leichten Oelen neben schwach leuchtendem, schwefelstoffhaltigem Gas über. Nachdem die Hitze auf die Rothgluth gestiegen, kommt nur noch wenig Wasser aber viel braunes Oel, während das Gas sich reichlicher und mit grösserer Leuchtkraft entwickelt. Es führt einen gelben paraffinhaltigen etc. Rauch mit sich, der bei manchen Braunkohlen an Paraffin so reich ist, dass sich an den Ausströmungsöffnungen blumenkohlartige Ansätze bilden, die leicht Verstopfungen verursachen, wenn nicht für einen geregelten Abzug der Dämpfe gesorgt wird. Erst mit der Hellrothgluth nehmen die Destillationsproducte ab; selten schon nach 6, meist nach 10—12, ja zuweilen erst nach 14—16 Stunden, also je nach dem Material

können die Retorten abgetrieben und entleert werden. Bei manchen Braunkohlen, und in noch viel höherem Grade bei manchen Schiefern, bilden sich an den Sammelröhren Krusten von Arsenik, arseniger Säure, Schwefelarsenik durch Sublimation der in den Fossilien eingeschlossenen Kiesen — Seite 157 —, welche beim Entleeren der Retorten möglicher Weise den Arbeitern schädlich werden können.

Die Angaben über die Ausbeuten der verschiedenen Materialien finden sich für:

Steinkohlen	Seite 148	Torf	Seite 186
Braunkohlen	„ 174	Bitumin. Schiefer	„ 193

XI. Eigenschaften und Verarbeitung der Theere und Theerdestillationen. Trennung u. Reindarstellung der verschiedenen Theerproducte, deren Beschreibung und Eigenschaften.

Dass schon im vorigen Jahrhundert eine fractionirte Destillation des Theeres bekannt war und zwar des Holztheeres, wie sich aus dem sauren Pflegma ergiebt, beweist das am 7. August 1746 an Henry Haskins ertheilte englische Patent, welches wohl werth ist hier vollständig mitgetheilt zu werden.

„Neue Methode, um aus Theer eine Essenz (spirit) oder ein Oel zu extrahiren und durch denselben Process das schönste Pech zu gewinnen.“

„Zuerst nimm eine beliebige Menge Theer, so dass derselbe Deine Blase nicht mehr als zur Hälfte füllt. Die Blase muss gründlich von allen Arten von Verunreinigungen gereinigt sein, ganz besonders von Wasser, denn wenn irgend welche Menge davon darin zurückgelassen worden sein sollte, so wird es ausnehmend lästig gefunden werden und die Operation stören. Der Theer kann gereinigt werden entweder durch Kochen und Durchseihen oder durch Absitzen in Bottichen oder anderen passenden Gefässen. Dann bringe ihn in eine zweihalsige Blase mit Pelikanhelm, verfertigt aus Glas, Eisen oder Kupfer, mit geräumigen Vorlagen und wohl lutirt, unter welcher sechs Stunden lang ein Feuer des ersten Grades unterhalte, nach welcher Zeit die Theilchen gründlich geschmolzen sein werden; dann verstärke Dein Feuer ebensoviele Stunden lang auf den zweiten Grad und dann noch zwei Stunden auf den dritten Grad, in welcher Zeit Du finden wirst, dass zuerst ein helles, saures Pflegma in die Vorlage übergeht, die man wechseln muss, wenn ein stinkender

flüchtiger Spiritus oder Oel kommt; zuletzt kommt ein schwarzes klebendes Oel, welches zum Gebrauche aufbewahre."

„Wenn Du ein flüchtigeres oder leichteres Oel haben willst, welches für viele Verwendungen in der Medicin geeigneter ist, so kann dies bis zu jedem gewünschten Grade durch wiederholte Rectificationen geschehen."

„Endlich wird man das Caput mortuum, welches in der Blase nach Beendigung der Destillation zurückbleibt, als das schönste und beste Pech finden, wovon ich nicht nur durch mein eigenes Urtheil, sondern auch durch die Erfahrung und das Zeugniss Vieler, die es gebraucht haben, wohl versichert bin."

Die nach der einen oder anderen Methode aus den verschiedenen Materialien gewonnenen Theere haben eine gelblich braune oder grünlich braune bis schwarze Farbe und ein sehr verschiedenes specifisches Gewicht von 0,85—1,15, so dass sie bald leichter (Braunkohlentheere), bald schwerer (Steinkohlentheere) als Wasser sind; jedoch lassen sich darüber keine bestimmten Angaben machen, da es auch Steinkohlentheere leichter als Wasser giebt und diese physikalische Eigenschaft vollständig von der Art der Theergewinnung abhängt. Sowohl die leichteren wie die schwereren Theere geben bei der Aufarbeitung grossen Verlust durch Vergasung, erstere, weil sie zu flüchtige Oele enthalten, letztere, weil zu ihrer Rectification eine zu hohe Temperatur erforderlich ist. Die schweren Braunkohlentheere sind nur vortheilhaft zu verarbeiten, wenn sie paraffinreich sind, dies ist aber selten der Fall, weil schwere Theere zu ihrer Erzeugung hohe Temperaturen erfordern, und bei zu hohen Temperaturen erzeugte Theere in Folge von Zersetzung paraffinarm werden.

Die in Vorrathsbehältern vorhandenen Theere sind sämmtlich wasserhaltig und als Vorbedingung für eine möglichst ruhige Destillation ist eine vollständige Befreiung vom Theerwasser nothwendig, dessen Gegenwart bei der Destillation störend wirkt. So lange Wasser und ölige Bestandtheile zugleich sieden, ist stets eine Tendenz zum Ueberschäumen, zum stoss-

weisen Kochen und selbst zum explosionsähnlichen Hinüberschleudern vorhanden; sie können also die grössten Unregelmässigkeiten im Betriebe hervorrufen.

Die Entwässerung gelingt um so vollständiger, je grösser die Differenz der specifischen Gewichte des Theeres und des Theerwassers ist.

Zur Entwässerung wird in den meisten Fabriken in den Theerbehältern eine geschlossene Dampfschlange angebracht, durch welche der Theer auf beliebige höhere Temperaturen von 40—80° C. gebracht werden kann, er wird dadurch dünnflüssiger zur leichteren Theerwasserabscheidung. In einzelnen Fabriken findet die Entwässerung des Theeres durch langsames Erhitzen auf 80—90° C. in grossen Kesseln mit Dampfschlange oder Doppelwandung, in welche Dampf einströmt, oder selbst durch Erhitzen im Kessel über freiem Feuer statt. Je nach der einen oder anderen Methode wird der Theer einen halben bis ganzen Tag der Ruhe überlassen. Bei schweren Steinkohlentheeren etc. wird sich natürlich das Wasser oben abscheiden, bei anderen Theeren bilden sich drei Schichten, am Boden das Theerwasser, darüber eine Decke von trübem, butterartigem, mit Kohlenstaub etc. verunreinigtem Theer, oben auf der reine Theer, der mittelst Decantirhähnen abgelassen wird.

Ist das specifische Gewicht des Theeres von dem des Wassers zu wenig verschieden, so ist es oft nothwendig, die Scheidung durch Auflösen von Koch- oder Glaubersalz im Theerwasser zu unterstützen.

Die Theere werden nie so vollkommen entwässert, dass bei der Destillation kein Theerwasser mehr übergehen sollte.

Nach der Entwässerung erfordert die Aufarbeitung des Theeres noch 3 Operationen:

1. Die Destillation und getrenntes Aufsaugen der Destillate nach ihrem specifischen Gewichte.
2. Entfernung der basischen und sauren Bestandtheile.
3. Wiederholte Destillationen resp. Sublimationen der Kohlenwasserstoffe.

Diese Operationen sollen im Nachstehenden besprochen werden.

A) **Steinkohlentheerdestillation und Reinigung der Steinkohlentheerproducte: Benzol, Toluol, Xylol, Naphtalin, Anthracen etc.**

Nach dem Entwässern des Theeres wird derselbe mittelst Pumpen in das Destillationsgefäss, die sogenannte Theerblase — **tar still** — gebracht. Die Blasen sind grosse eiserne Retorten, welche aus Schmiedeeisen hergestellt sind. Die schmiedeeisernen Retorten sind zwar mehr dem Verbrennen ausgesetzt, als gusseiserne und können bei dem Reinigen von Coks eher auf mechanischem Wege beschädigt werden, dafür sind denselben aber beliebig grosse Dimensionen zu geben, während bei gusseisernen Blasen ziemlich enge Grenzen gesetzt sind und solche nur bei kleinem Betriebe vorkommen können. Ferner kommt hinzu die geringere Wandstärke und damit ein Ersparniss an Brennmaterial, ausserdem sind die schmiedeeisernen Blasen weniger dem Zerspringen durch Temperaturwechsel ausgesetzt und können schadhafte Stellen leicht durch Einziehen neuer Bleche ausgebessert werden. Die Blechstärke braucht in der Regel 10 Mm. nicht zu übersteigen, nur bei den allergrössten Blasen ist eine Stärke von 13 Mm. nothwendig. Selbstverständlich müssen die einzelnen Bleche mit einander gut vernietet und die Nähte gut verstemmt sein.

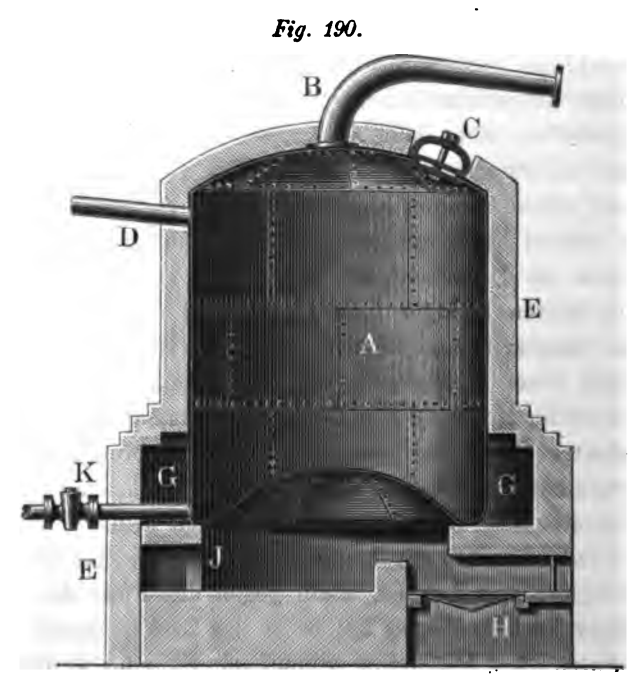
Trotzdem zeigen die letzteren gerade bei neuen Blasen oft eine Neigung zum Lecken, wenn gegen das Ende die Temperatur sehr hoch gestiegen ist; es ist das Lecken durch eine an den Nähten oder Nietstellen hinlaufende Flamme zu erkennen.

Die Ansichten über die zweckmässigste Form der Theerblasen sind getheilt, es pflegt aber meistens eine cylinderförmige zu sein und zwar werden in Deutschland in der Mehrzahl, in England allgemein die stehenden Cylinder — Fig. 190 und 191 — von ungefähr gleicher Höhe und gleichem Durchmesser, in Frankreich die liegenden Cylinder — Fig. 192 und 193, Seite 732 — angewendet.

Die Grösse der Theerblasen richtet sich nach dem Umfange des Betriebes und variirt zwischen 1500—250000 Kilogr. Füllung, welche aber immer nur zwei Drittel des Inhaltes einnehmen darf.

Die stehenden Blasen sind mit einem gewölbten Deckel und nach Innen gewölbten Boden versehen; der letztere bietet den grossen Vortheil, dass er bei der hohen Temperatur am Ende der Destillation eine grössere Heizfläche und mehr Elasticität zeigt, als ein flacher Boden, es vermag also ein gewölbter Boden, wie aus der Figur 190 ersichtlich, der Aus-

Fig. 190.



Verticalschnitt.

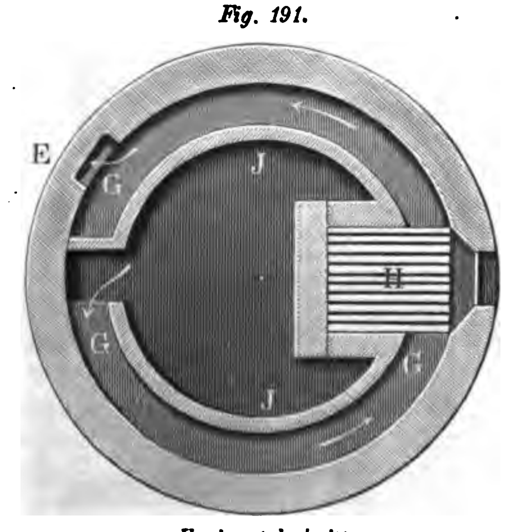
Stehender

A Kessel. *B* Ableitungsrohr für die Dämpfe. *C* Mannloch. *D* Füllrohr. *K* Ablassrohr

dehnung und Zusammenziehung des Eisens bei dem unvermeidlichen Temperaturwechsel mehr zu folgen, während ein flacher Boden sich leicht werfen oder gar reissen könnte. Nach aussen gewölbte Blasenboden sind deshalb nicht brauchbar, weil bei dieser Form das Pech nicht gut und vollständig durch einen Hahn abgelassen und der Kessel nicht gut eingemauert werden kann.

Sind für die stehenden Retorten nicht gleiche Durchmesser und Höhenverhältnisse gewählt, so ist eine allgemein beliebte Form 3,4 Meter Durchmesser und 2,75 Meter Höhe, welche 22 Tonnen Theer fassen; es ist dies die für die Praxis günstigste Grösse, sowohl in Betreff der Feuerung als auch in Betreff der Trennung der Producte nach ihren Siedepunkten, obgleich auch in Deutschland noch Grössen bis 50 Tonnen Inhalt vorkommen. Die kleinsten Blasen sind auf 6 Tonnen Theerfüllung eingerichtet und wird gerade diese Grösse vorgezogen, um die Beschickung in 12 Stunden aufzuarbeiten und die Nachtarbeit zu vermeiden.

Fig. 191.



Horizontalschnitt.

Destillationskessel.

E Mauerwerk. *F* Schutzgewölbe. *G* Feuerzüge. *H* Rost. *J* Mauerkranz. für das Pech.

Die liegenden Theerblasen — Fig. 192 und 193 — haben die Form der Dampfkessel und sind auch vielfach alte Dampfkessel aus eingegangenen Fabriken zu Theerblasen umgearbeitet worden. Die Einmauerung ist aus den Figuren ersichtlich. Das Mauerwerk hat namentlich den Zweck, die Blase wie oben gegen äussere Einflüsse zu schützen.

Die liegenden Blasen haben durchschnittlich eine Länge

Fig. 192.

Querschnitt.

Fig. 193.

Längsschnitt.

Liegende Theerblase.

A Destillationskessel. *B* Feuerzüge. *C* Ableitungsrohr für die Dämpfe. *D* Mannloch. *E* Rohr zum Ablassen des Peches.

von 17 Meter und eine Höhe von 2 Meter zu einer Theerfüllung von 15—20 Tonnen.

Die Ausrüstung der Theerblasen ergiebt sich aus den Buchstaben der Figuren 190—192. An die Blasen schliessen sich die Kühlvorrichtungen zur Condensation der entweichenden Dämpfe und bestehen diese aus einfachen Blei- oder Kupferschlangen oder aus einem System gusseiserner oder schmiedeeiserner Röhren, welche im Zickzack angeordnet sind. Zu jeder Blase findet sich nur ein Rohrsystem, der Raumersparniss halber sind aber zuweilen in einem eisenblechernen Kühlkasten zwei Kühlrohre, zu verschiedenen Blasen gehörig, angebracht.

Die Länge der gusseisernen Kühlröhren — Fig. 194 — richtet sich nach der Grösse der Theerblasen und nach der Grösse der Kühlvorrichtung; meist haben dieselben eine Länge von 2,7 und 1,8 Meter und 0,10—0,15 lichter Weite und sind dieselben durch Bogenstücke — Fig. 195 u. 196 — verbunden, häufig sind an den Verbindungsbögen noch Reinigungsstutzen angebracht, dieselben sind jedoch unnöthig, wenn das Röhrensystem hinreichend Fall und der Kühlbottich zu Ende der Operation warm gehalten wird. Von Vortheil ist es jedoch, das Dampfrohr *C* in Figur 194 mit dem obersten Kühlrohre durch eine Abzweigung mit Hahn, wie aus der Figur ersichtlich, in Verbindung zu bringen, um nöthigenfalls durch Ausblasen mit Dampf das Rohr reinigen zu können. Die Mehrzahl der deutschen Fabriken zieht zur Kühlung schmiedeeiserne Rohre von 50 Mm. Weite vor, weil diese keine solchen Unebenheiten und scharfen Winkel haben können. Je nach der Grösse der Blase werden 40—60 Meter Rohrlänge zur Kühlung berechnet.

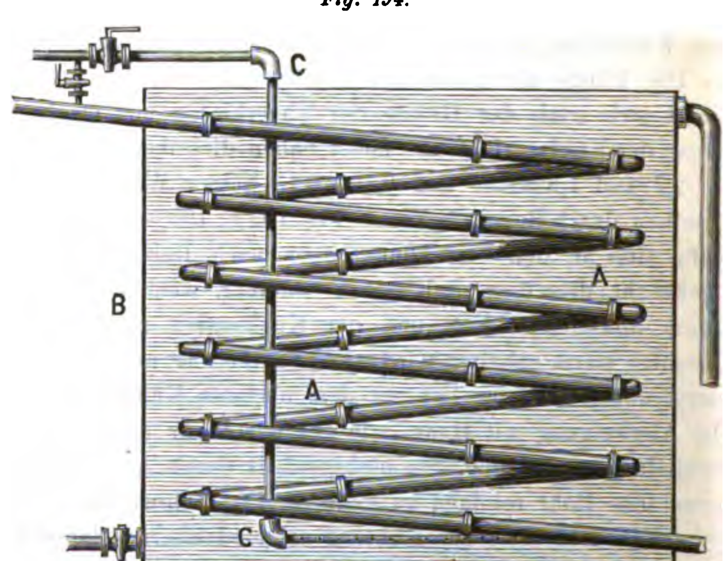
In einigen Fabriken finden sich vollkommene Schlangenröhren von Schmiedeeisen in runden Kühlbottichen, welche eine Rohrlänge von 60—100 Meter haben. Als Kitt für die verschiedenen Verbindungen an der Blase und den Kühlröhren eignet sich am besten der gewöhnliche Rostkitt aus Eisenfeilspänen, Salmiak und Schwefel mit wenig Ammoniakwasser angefeuchtet; oder wenn es irgend angeht wird Asbestpappe angewendet.

Statt der Kühlröhren sind auch nach J. Brönner Doppel-

cylinder mit Wasserstrom zu benutzen, wodurch alle Verstopfungen verhütet werden.

Beim Beginn der Destillation entweichen die im Theer gelösten Gase, wie Leuchtgas, Schwefelwasserstoff, Schwefelkohlenstoff und andere stinkende Gase, welche Feuersgefahr und überhaupt Betriebsstörungen verursachen können, diese Gase werden deshalb vor dem Ausfluss der Kühlrohre, resp. vor dem Eintritt der Destillate in die Vorlagen durch ein langes Rohr

Fig. 194.



Verticalschnitt.

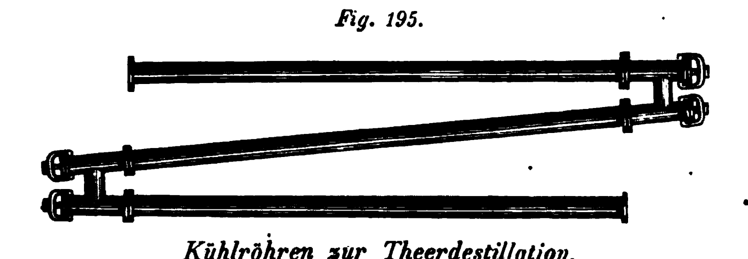
Kühlvorrichtung zur
A Rohrsystem. *B* Blech-

— *E* Fig. 108, Seite 560 und *H* Fig. 196, Seite 738 — direct über das Dach des Destillationsraumes geleitet, oder handelt es sich um die Condensation der mit den Gasen fortgerissenen Theertheile, so werden die nicht verdichteten Gase vor dem Austritt in die Luft noch durch einen Skrubber *B* — Fig. 197 —, ähnlich wie er in Gasanstalten ist, geführt. Es sind die Skrubber eiserne mit Coks oder Ziegelstücken angefüllte Thürme, in welche das zu reinigende Gas langsam durch einen von oben kommen-

den Sprühregen von Wasser gereinigt und welcher in diesem Falle durch den Schaukeltrog *D* und Zerstäuber *E* erzeugt wird. Bei dieser Einrichtung entweichen die Gase direct ins Freie, haben aber immer noch einen unangenehmen Geruch, der zu Klagen über Belästigungen von Seiten der Nachbarn führen kann, in diesem Falle muss der Skrubber oben geschlossen, die Gase noch durch einen Eisenoxydreiniger geleitet und in einem Kaminzuge vollständig unschädlich gemacht werden.

Zum Auffangen der verschiedenen fractionirten Destillate können als Vorlagen Glasballons, Blechgefässe, dampfkessel-

Fig. 195.



Kühlröhren zur Theerdestillation.

Fig. 196.

B

A

Grundriss.

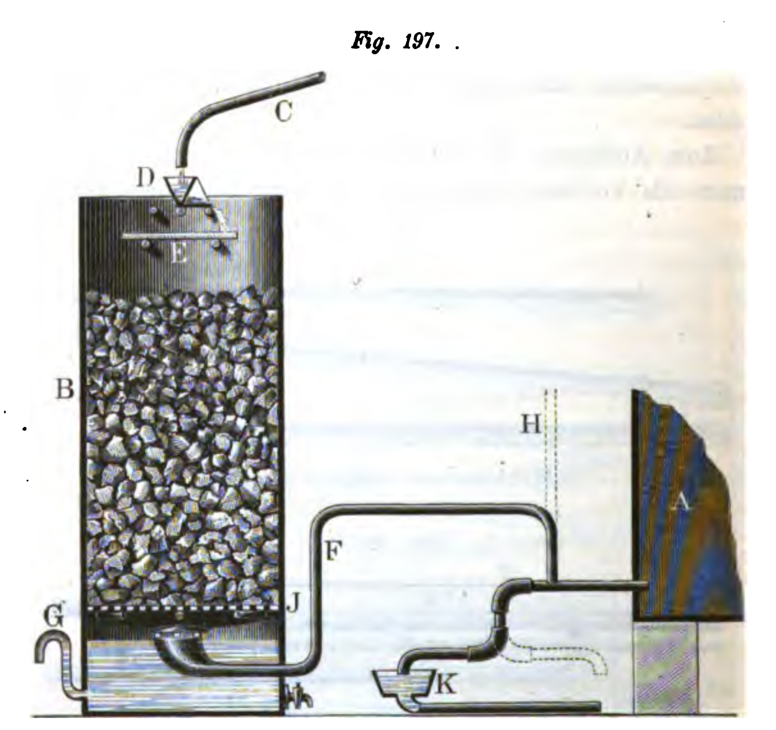
Theerdestillation.

kasten. *C* Dampfrohr.

artige Cylinder etc. genommen werden, welche unter den Ausfluss der Kühlschlange zu stehen kommen und im Laufe der Destillation gewechselt werden können. Um ein Versetzen der Gefässe zu ersparen, liesse sich auch am Ende der Kühlrohre ein bewegliches Rohr — Fig. 197 — anbringen, mittelst dessen die verschiedenen Destillate durch Drehen des Bogens oder Anschrauben längerer Rohrstücke nach beliebigen Gefässen geleitet werden können. Es liegt auf der Hand, dass sich ver-

schiedene Einrichtungen treffen lassen, immer sind aber gewisse Punkte zu berücksichtigen. Es muss z. B. dafür gesorgt sein, dass die Vorlagen für die ersten Destillate dicht verschliessbar sind, um Verluste und Feuersgefahr zu vermeiden. Ferner muss bei der ersten Vorlage eine Einrichtung vorhanden sein, um

Fig. 197.



Reinigungsapparat für Gase von den Theerdämpfen.

A Kühlfass. *B* Skrubber. *C* Wasserzufluss. *D* Schaukeltrog. *E* Zerstäubungsplatte. *F* Gasableitung. *G* Wasserzufluss. *H* Gasrohr. *J* Siebboden. *K* Trichter mit Abfluss.

die Theeröle von dem Wasser ohne Weiteres zu trennen. Die Vorlagen für Carbolöle und für die darauf folgenden Schweröle müssen ganz leicht zugänglich sein, um die sich dort abscheidenden Krystallmassen stets entfernen zu können. Unbedingt ist durch geeignete Vorsorge Feuersgefahr zu vermeiden und müssen die Vorlagen durch eine massive Mauer von der Theerblase getrennt sein.

1. Gang der Destillation.

Die Destillation des Steinkohlentheeres geschieht über freiem Feuer, selten sind Einrichtungen für gespannten Dampf getroffen, jedoch muss im letzten Stadium die Destillation über freiem Feuer vorgenommen werden.

Die Theerblase wird entweder mittelst einer Pumpe aus der Theercysterne (Schmelzbassin) oder aus einem höher stehenden Reservoir mit Theer gefüllt; und zwar geschieht das Beschicken der Theerblasen mit frischem Theere, wenn die Blasen von der letzten Operation noch warm sind, also einige Stunden nach dem Ablaufen des Peches. Ist die Blase zur Hälfte resp. über das Niveau der Feuerzüge gefüllt, so kann bei grossen Blasen schon mit dem Feuern begonnen werden, denn Verluste können nicht eintreten, weil die Erwärmung der grossen Menge Theer eine bedeutende Zeit in Anspruch nimmt und das neu Zufliessende eine fortwährende Abkühlung bewirkt. Nach beendeter Füllung werden alle Oeffnungen der Blase geschlossen und die Feuerung verstärkt, bis die Destillation anfängt, dann ist es aber rathsam das Feuer zu mässigen, weil der Theer, wie schon oben bemerkt, trotz der Entwässerung, noch immer bedeutende Mengen Wasser enthält, welche durch zu plötzliche Dampfbildung leicht ein Uebersteigen verursachen können. Bei ordnungsmässiger Bedienung genügt zur Abschwächung der Hitze das Oeffnen der Feuerthür und wird dieselbe so lange offen gelassen, als noch Theeröle mit Wasser übergehen. Ist aber doch zu stark geheizt, so nützt gegen das Uebersteigen weder das Oeffnen der Thür, noch das Schliessen des Schiebers etc., weil die in der grossen Masse des Theeres, dem Eisen- und Mauerwerk aufgespeicherte Wärmemenge zu gross ist, sondern es empfielt sich kaltes Wasser aus dem Kühlbottich auf die Kuppel der Blase zu giessen und im Nothfalle das Feuer zu löschen. Das Begiessen mit Wasser schadet einer schmiedeeisernen Blase nicht und eine Gefahr zur Entzündung der Gase ist nicht vorhanden, weil die Vorlagen durch eine Mauer vom Feuerraum geschützt sind.

Der Beginn der Destillation lässt sich daran erkennen, dass am Ausgange des Kühlrohres zeitweise Dämpfe und Tropfen auftreten, namentlich aber, dass der Helm und der Theil des Kühlrohres, welcher noch nicht ins Wasser taucht, so warm wird, dass die Hand die Wärme nicht mehr zu ertragen vermag; in diesem Stadium ist es angezeigt, das Feuer zu mässigen.

Je nach der Grösse der Blasen und der Jahreszeit vergehen mehrere Stunden bis zum Beginn der Destillation, so bei kleinen Blasen von 6 Tonnen Inhalt etwa 2, bei grösseren von 22—25 Tonnen im Sommer 5, im Winter 6 Stunden, aber schon vorher beginnt der Theer zu schäumen und zu steigen und später wird ein stossweises Kochen in Folge des Wassergehaltes wahrgenommen und dieses macht sich auch durch stossweise Dämpfe an der Vorlage bemerklich.

In der ersten Destillationsperiode entwickeln sich permanente Gase, denen sehr bald, anfangs tropfenweise, dann aber im zusammenhängenden dünnen Strahle Ammoniakwasser folgt, auf welchem nach Benzol riechendes Oel schwimmt; in dieser Zeit muss in den Kühlbottich reichlich Wasser fliessen. Während sich auf dem zuerst übergehenden Oele nur eine ganz geringe Oelschicht sammelt, verändert sich mit fortschreitender Destillation das quantitative Verhältniss des Oeles zum Wasser, bis schliesslich nur ganz geringe Antheile des letzteren mit der Hauptmenge leichten Oeles überdestilliren. Dieses Oel zeichnet sich durch einen charakteristischen durchdringenden, empyreumatischen Geruch aus.

Das erste Product ist der **Vorlauf, first runnigs, first light oils, Essences legeres** und trennt sich in Ammoniakwasser und **Naphtaessenz** von 0,700—0,750 spec. Gew.; häufig wird weiter destillirt und als Vorlauf noch gerechnet, wenn das Oel ein spec. Gew. bis 0,85 hat. Es ist bis zu diesem specifischen Gewichte gewissermassen die erste Periode bei 110° C. zu Ende und lässt sich an dem Nachlassen der Destillation erkennen, welches oft mehrere Stunden andauert. Dieser scheinbare Rückgang der Destillation ist wohl dadurch zu erklären, dass bisher die fortgehenden Wasserdämpfe eine Menge Oele mit geführt hatten, deren Siedepunkt oft weit über dem des Wassers lag.

Das letztere ist nun mit dem Wasser abdestillirt, kann also nicht mehr mechanisch wirken und nun fehlen im Theere diejenigen Oele, welche sich bei der herrschenden Temperatur verflüchtigen würden. Ein Zeichen, welches der Engländer „the break“ nennt; es geht dann noch unter einem eigenthümlichen polternden Geräusche, „the rattles“, Wasser über, welches fast ausgetrieben ist, sobald das Geräusch aufhört; wird dann das Feuer unter der Blase verstärkt, so nimmt von da ab die Destillation ihren ungestörten Fortgang und gehen in einem dicken ruhigen Strahle die leichten Oele

Leichtöle, Light oils, Second light oils, Huiles legères, welche auf dem Wasser schwimmen, über, sie besitzen ein spec. Gew. von 0,750—0,850 und werden in einzelnen Fabriken in einem Sammelbassin aufgefangen, in anderen Fabriken in zwei Vorlagen und zwar besonders die Oele, welche bis 180° C. übergehen als „Leichtöle“ und die, welche bis 210° übergehen als

Mittelöle, Huiles moyennes, sie enthalten schon „Carbolöle und Naphtalin“. Das Einhalten der Temperatur und specifischen Gewichte ist in den Fabriken ebenso sehr verschieden, wie die Bezeichnungen der Destillate — Seite 149 —, jede befolgt ihr eigenes Princip. Die Destillation der Mittelöle wird unterbrochen, wenn bei einer Probeentnahme die Oele ein fast gleiches specifisches Gewicht wie das Wasser zeigen, die Oeltröpfchen also sich im Wasser schwebend erhalten oder wenn die Oeltropfen schon untersinken, es gehen dann die

Schweröle, Heavy oils, Dead oils, Creosote oils, Huiles lourdes über; welche zwischen 210—400° C. destilliren und früher ohne weitere Fractionirung zu Imprägnirungszwecken verbraucht wurden, jetzt werden daraus 3 Fractionen gemacht:

1. **Carbolöl, Carbolic oil**; es ist das Oel, welches zwischen 210—240° C. übergeht, enthält die Carbolsäure und Homologen und viel Naphtalin, welches, je nach der Menge, das Destillat zum Erstarren bringt. In diesem Zeitpunkte ist das Wasser des Kühlapparates mit Dampf zu erwärmen, um eine Verstopfung der Kühlröhren durch Naphtalin zu vermeiden. Naphtalin ist in Phenolen viel leichter löslich als in den schweren indifferenten Theerölen und wird daher im Destillate grössten-

theils gelöst bleiben, so lange noch erheblichere Mengen von Carbolöl vorhanden, dagegen beim Erkalten massenhaft auskrystallisirt, wenn das Destillat sehr wenig Phenol noch erhält. Bei weiterer Destillation wird die Consistenz des erstarrenden Productes nach und nach dünner und schliesslich bleibt das Destillat beim Abkühlen flüssig. Es destillirt dann von 240 bis circa 300° C. das

2. **Schweröl, Creosote oil** der Engländer, welches besonders aufgefangen wird; es enthält anfänglich immer noch Naphtalin, es tritt dieses aber zuletzt ganz zurück und das Destillat hat einen wirklich öligen Charakter, „**Soft oil**", welcher es zur Wagenschmiere tauglich macht. Nach einiger Zeit wird das Destillat wieder dickflüssiger und beginnt wieder zu erstarren, es wird dann wiederum die Vorlage gewechselt und das Product als

3. **Anthracenöl, Green grease,** aufgefangen. Die Temperatur steigert sich im weiteren Verlaufe bis auf 400° C.; das erstarrte Destillat hat grüne und braune Farbe, das Erstarren rührt aber nicht vom Naphtalin her, sondern vom Anthracen und seinen Begleitern, namentlich Phenanthren, Carbazol, Acenaphten, Fluoren, Chrysen, Pyren.

In England wird häufig noch das Anthracenöl fractionirt und ein erstes und zweites Oel als „green oil" oder „red oil" besonders aufgefangen.

Während der Naphtalindestillation ist es nothwendig, den Zufluss des Kühlwassers in den Kühlbottich zu vermindern und das Wasser durch Dampf auf circa 80° C. zu bringen, während der Destillation der Anthracenöle muss der Wasserzufluss ganz aufhören, dass das Wasser im Kühlbottich oben zum Sieden kommt, unter Umständen ist es sogar noch nothwendig, dieses durch Einleiten von Dampf zu befördern.

Da die Anthracenöle zu schwer destilliren und bei zu starker Ueberhitzung zu sehr mit Chrysen und Pyren verunreinigt werden, so werden in der letzten Periode die Oele mit überhitztem Wasserdampf, oder, wenn ein luftdicht verschliessbarer Kasten als Vorlage dient, im Vacuum destillirt — Fig. 198 —.

Der Luftsaugapparat wird erst in Thätigkeit gesetzt, wenn die Anthracenöle beginnen überzugehen; auch bei Anwendung des Luftsaugeapparates ist es nothwendig, das Wasser im Kühlbottich auf oben angegebener Temperatur zu erhalten.

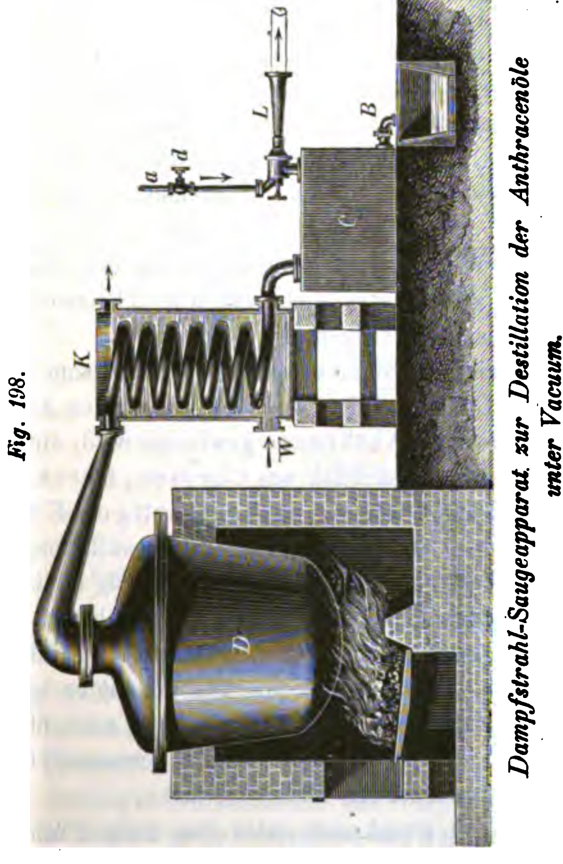


Fig. 198.

Dampfstrahl-Saugeapparat zur Destillation der Anthracenöle unter Vacuum.

B Ablasshahn. *C* Vorlage. *D* Destillationsblase. *K* Kühlschlange. *L* Luftsaugapparat. *W* Wassereinlauf. *a* Rohr zum Dampfeintritt. *d* Absperrhahn.

Den Rückstand von der Theerdestillation bildet das **Pech, Pitch, Brai**, und zwar nach Abtreibung der Anthracenöle das **Hartpech**, hard pitch, brai sec, welches bei der Destillation über freiem Feuer blasig wird und zum Theil schon in Coks übergegangen ist, es hat dann dieser Rückstand weder die Eigenschaften des Peches, noch die eines Coks. Um das richtige Mittel zu finden, lässt sich kein allgemeines Merkmal

anführen, da die Verschiedenheit der Theere eine ebenso verschiedene Destillationszeit bedingt und ist es daher von grossem Vortheile sich durch Probedestillation Aufschluss zu verschaffen.

Früher wurde die Abdestillation der Theeröle nur bis zum Creosotöl getrieben und zwar bis zum Anfange des „Soft oil", um ein weiches Pech und bis zum Anfange des Anthracenöles um ein mittelhartes Pech — soft pitch — zu erhalten, seit der Gewinnung der Anthracenöle tritt noch das Hartpech hinzu. In einigen Fabriken wird auf die Beschaffenheit des zurückbleibenden Peches nach dem specifischen Gewichte der Destillate geschlossen und zwar bleibt im Rückstand ein mittelweiches Pech, wenn der Aräometer 1,080—1,090 zeigt, ein hartes Pech bei einem specifischen Gewichte des Destillates von 1,120; doch stimmt dies nicht für alle Theersorten und muss für jede besonders ausgeprobt werden.

Sehr selten wird der Steinkohlentheer bis ganz zum Schluss, also bis auf den Coks destillirt, weil aus den letzten Antheilen nur wenig und schwierig Anthracen gewonnen wird, die letzten Destillate bestehen hauptsächlich aus Chrysen, Pyren, Fluoranthen und stickstoffhaltigen carbazolartigen Körpern.

Das Pech muss nach Beendigung der Destillation in der Blase so lange verbleiben, als es eben noch flüssig bleibt, denn die Dämpfe belästigen in hohem Grade die Nachbarschaft und ausserdem sind dieselben sehr feuergefährlich. Nachdem der Theer in der Blase etwas abgekühlt ist, kommt er in grosse eiserne Kasten — Pechkühler — und von da in noch flüssigem Zustande in mit Lehm ausgestrichene oder gemauerte Gruben, worin er zu einer glänzenden Masse erstarrt.

In England und Frankreich wird das harte Pech selbst aus der Blase gelassen, in deutschen Fabriken aber wird die Destillation bis zum Hartpech getrieben und dann wieder Schweröl — Kreosotöl — in die Blase zurückgepumpt, man hat es dadurch in der Gewalt durch Zusatz von 10 bis 30% Schweröl Pechsorten oder sogenannte „**präparirte Theere**" von verschiedener Weichheit und Zähigkeit darzustellen, es werden so am besten die Kreosotöle verwendet und sind die Rückstände dann leicht aus der Blase zu entfernen.

Bevor eine neue Menge Theer in die Blasen gepumpt wird, müssen denselben etwa anhaftende Schlacken resp. Coks entfernt sein, um ein Stocken bei der neuen Destillation zu verhindern und Feuerungsmaterial zu sparen.

Nach Duprey liefern 1000 Kilogr. = 900 Liter Theer

14 Kilogr.	= 14 Liter		Ammoniakwasser
20—40 „	= 16—30 Liter		Vorlauf
70—80 „	= 90—100	„	leichte Oele
320—350 „	= 300—312	„	schwere Oele
100—110 „	Anthracenöle mit 10% Anthracen		
450 „	Pech.		

Nach Lunge liefern 1000 Kilogr. englischer Theere

	13,4	Liter	Ammoniakwasser
(24,5—35,6)	28,3	„	Vorlauf
	60,3—67,0	„	Leichtöl
	303,8	„	Schweröl
	550,0	„	hartes Pech. — Siehe Tabelle Seite 150 —.

2. Verarbeitung der Vorlauföle und Leichtöle.

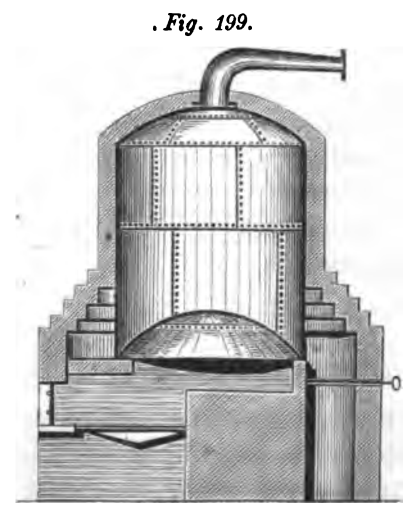
Zur Verarbeitung des Vorlaufs ist es zuerst nothwendig, die Vorlauföle vom Ammoniakwasser zu trennen, dessen Aufarbeitung in einem besonderen Kapitel „Verwerthung der Fabrikabfälle" berücksichtigt wird.

Die Vorlauföle „Naphta oder Essenzen" enthalten die leichtest flüchtigen Bestandtheile des Steinkohlentheeres, aber neben dem Benzol auch bedeutend schwerer flüchtige Körper in merklichen Mengen, wie Phenol, Naphtalin, Anilin etc. und gewissermassen als Verunreinigungen Olefine, Schwefelkohlenstoff, Mercaptane, Nitrile, von welchen sie getrennt werden müssen. Bevor eine Reinigung der Vorlauföle und Leichtöle mit Alkalien und Säuren stattfindet, werden dieselben noch einer ein- oder mehrmaligen Rectification unterworfen, wodurch die leichtest siedenden Körper und auch der grösste Theil der Carbolsäure und des Naphtalin entfernt

werden. Zu dieser Rectification werden „Leichtölblasen“ — Fig. 199 — angewendet, welche die Form der Theerblasen haben, aus Schmiedeeisen, mit Ausnahme des Helmes, gefertigt sind und ebenso eingemauert werden.

Nur in den grössten Fabriken finden sich solche von der Grösse der Theerblasen, sonst haben dieselben durchschnittlich eine Höhe von 1,8 Meter und 1,5 Meter Durchmesser und reichen zur Aufnahme aus 4 Theerblasen gewöhnlicher Grösse hin. Die Leichtölblasen werden auch über freiem Feuer erhitzt, häufig finden sich jedoch Anlagen, um mittelst Dampf zu destilliren.

Fig. 199.



Leichtölblase.

Ueber freiem Feuer muss anfangs zum Anwärmen ziemlich stark erhitzt, bei Beginn der Destillation das Feuer aber gemässigt und darf erst allmählich wieder gesteigert werden.

Die ersten übergehenden Antheile enthalten wesentlich noch etwas Wasser, Methane, Schwefelkohlenstoff, Aethylalcohol und Cyanmethyl.

Erst bei 80° C. beginnen Benzol und Homologe zu destilliren, die nach 150 bis 170° C. übergehenden Theile enthalten Carbolsäure und Naphtalin und werden mit dem Carbolöle verarbeitet. So lange Naphta übergeht muss stark gekühlt werden, von 170° C. aber ab muss Kühlwasser und Destillat warm gehalten werden, weil die übergehenden Mengen Naphtalin die Kühlrohre verstopfen könnten.

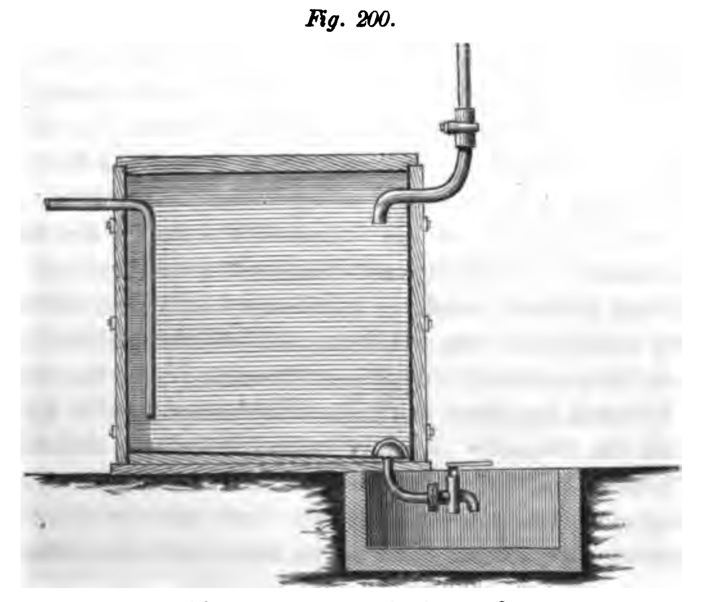
Die ersten Antheile des Destillates werden ohne weitere Reinigung als „Rohnaphta“ verkauft und dienen als Lösungsmittel für Gummi etc.

Diejenigen Oele aber, welche durch mehrmalige Rectification sowohl von den Vorlaufölen als auch Schwerölen befreit

sind und einen Siedepunkt von 80—180° C. haben, bilden den Ausgangspunkt zur Destillation und Reinigung von Benzol und seinen Homologen.

Zu dem Zwecke werden die Oele zuerst in einem mit Bleiplatten ausgeschlagenen Mischkasten — Fig. 200 — mit 5 % englischer Schwefelsäure behandelt, d. h. mittelst einer hölzernen, durchlöcherten Krücke wird während einer Stunde die Schwefelsäure mit dem Oele gemischt, wie bei der Roh-

Fig. 200.



Mischkasten für Leichtöl mit Säure.

naphta des Erdöles, und dann der Ruhe überlassen. Die Schwefelsäure hat den Zweck, die Basen zu binden und einige ungesättigte Kohlenwasserstoffe und Terpene zu verharzen.

Ausserdem beseitigt die Schwefelsäure das „Alliol", — Seite 326 — den leichtflüchtigsten Bestandtheil des Steinkohlentheeres, welcher den rohen Oelen einen knoblauchartigen Geruch ertheilt. Ueber das quantitative Verhältniss zu den behandelnden Oelen lassen sich keine bestimmten Regeln aufstellen, da die Oele ausserordentlich verschieden sind und dies lediglich

Sache der Erfahrung ist. Durch vorgängige Versuche wird bestimmt, wie viel Säure für die Durchschnittsqualität des Vorlaufs einer Fabrik anzuwenden ist.

Im Allgemeinen muss aber bemerkt werden, dass, da die Schwefelsäure auch die neutralen, werthvollen Kohlenwasserstoffe angreift und Sulfoöle bildet, ein Ueberschuss derselben durchaus zu vermeiden ist, will man nicht einen unnöthigen Verlust erleiden oder die Qualität der Oele verringern. Das stets vorhandene Naphtalin wird ebenfalls theilweise zerstört. Es ist durchschnittlich anzunehmen, dass auf 10 Liter Oel ein Kilogramm Schwefelsäure von 66° B. = 1,840 gebraucht wird.

An der tiefsten Stelle des Bodens des Mischgefässes findet sich eine mit einem Bleisiebe bedeckte Oeffnung, in die ein Bleirohr eingelöthet ist, das am äusseren Ende einen Hahn von Messing trägt und zum Ablassen der Flüssigkeiten dient. Von höchster Wichtigkeit ist das vollständige Ablassen der Säure. Das Gemisch ist ziemlich warm und muss demselben Zeit zum Abkühlen gelassen werden. Allzulange darf indess nicht gewartet werden, da beim Erkalten ein Theil der gelösten harzartigen Körper erstarrt und das Ausflussrohr verstopfen könnte. Das Volumen der Säure wird durch Aufnahme solcher Körper fast um das Doppelte vermehrt und wird dadurch dickflüssig. Bleibt Säure im Mischgefässe zurück und wird nachher Wasser hinzugegeben, so scheidet sich ein Theil der von der Säure aufgenommenen Körper wieder aus und mischt sich unter die Kohlenwasserstoffe, die dadurch trübe werden.

Das mit der Säure behandelte Oel bleibt im Mischgefäss und wird mit reinem Wasser unter stetem Umrühren und Absetzen lassen, so lange behandelt, bis das Wasser nicht mehr gefärbt erscheint und eine sehr schwach saure Reaction auf Lacmus ausübt. Diese Spuren Säure schaden nichts, da sie mit Natron abgestumpft werden. Die abgelassene Säure kann entweder zur Superphosphatbereitung genommen werden oder wird mit Wasser versetzt, wobei sich die Brandharze absetzen und bei der Phenolbereitung benutzt werden.

Das rückständige Oel wird nun in einem hölzernen Mischungskasten, mit oder ohne Rührwerk, mit ungefähr 1 bis

2 % Aetznatronlauge von 1,10 spec. Gew. behandelt. Die Menge der zuzusetzenden Lauge ist sehr verschieden und ebenfalls Erfahrungssache, es wird unter kräftigem Umrühren allmählich so viel Lauge zugesetzt, bis die rothbraune Flüssigkeit in hellbraun oder braungelb umschlägt. Zum Abscheiden der Lauge bedarf es etwa einer Stunde Ruhe, worauf ein mehrmaliges Auswaschen mit Wasser vorzunehmen ist, um die Oele zur letzten Destillation bereit zu machen. Das Volumen der Oele vermindert sich durch die beschriebenen Reinigungsarbeiten bei geringen Oelen um 12, bei guten um 5, im Mittel etwa um 8 %. Frische Producte erfordern nicht nur weniger Reinigungschemikalien als alte Oele, sondern erleiden auch weniger Reinigungsverluste.

Die abgelassene Lauge, aus rohem carbolsaurem Natron bestehend, wie weiter unten anzugeben, wird auf Phenol verarbeitet.

Zur Darstellung der reinen Kohlenwasserstoffe werden die abgeschiedenen Oele noch ein- oder zweimal mit Schwefelsäure und Natron behandelt und dann erst der Destillation unterworfen.

Es ist noch zu erwähnen, dass in einzelnen Fabriken der Carbolsäure wegen es vorgezogen wird, Vorlauföle und Leichtöle von Anfang an mit Natronlauge zu behandeln und später erst mit Schwefelsäure; wiederum in anderen Fabriken werden Vorlauföle und Leichtöle gesondert behandelt und in diesem Falle wird für den Vorlauf zuerst Schwefelsäure und für das Leichtöl zuerst Natronlauge angewendet.

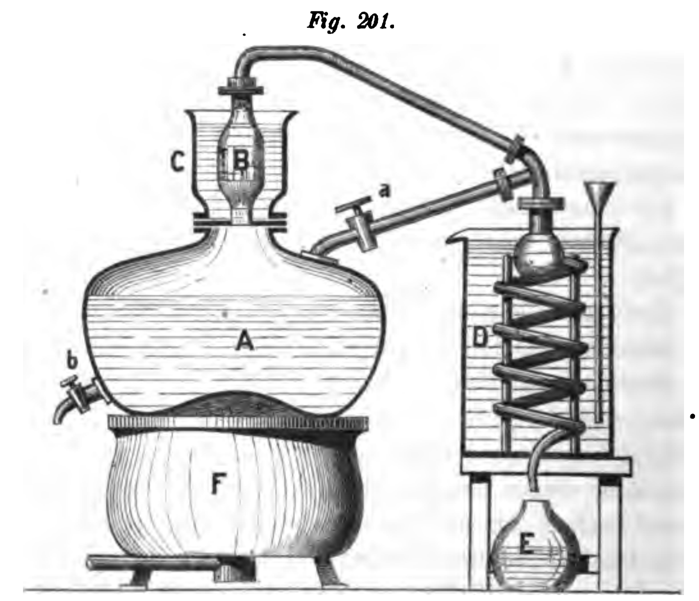
Das früher in Anwendung gewesene Reinigungsverfahren mittelst salpetersäurehaltiger Schwefelsäure nach Mansfield oder Chlorkalk nach Young kann hier als veraltet übergangen werden.

Die letzte Operation, „die Rectification“, wird für die Oele bis 100 und 120° C. destillirend, gewöhnlich in einer kupfernen Blase, welche mit einem Dampfmantel umgeben ist, mittelst Dampf vorgenommen. Der Apparat ist constructiv den bereits früher erwähnten ganz gleich und zur Condensation mit einer Bleischlange versehen. Höher siedende Oele, als die ge-

nannten, müssen über freiem Feuer oder mit überhitztem Dampfe rectificirt werden.

Mansfield war der erste, welcher die neutralen Oele des Steinkohlentheers einer eingehenden Untersuchung unterwarf und wendete hierzu den in Fig. 201 abgebildeten Apparat an. Das Theeröl befindet sich in der über der Feuerung stehenden Blase *A*; das Kühlgefäss *C* ist mit Wasser gefüllt. Sobald das

Fig. 201.



Mansfield's Benzolblase.

A Destillirblase. *B* Condensator. *C* Kühler für *B*. *D* Kühlapparat. *E* Vorlage. *F* Ofen. *a* Hahn. *b* Entleerungshahn.

Oel in der Blase siedet, verdichten sich die ersten Antheile der sich entwickelnden Dämpfe in der Erweiterung *B* und gelangen wieder in die Blase *A* zurück. Sobald jedoch das Wasser in *C* sich auf eine gewisse Temperatur erwärmt hat, condensiren sich die flüchtigsten Partieen des Theeröles nicht mehr in *B*, sondern gelangen in die Kühlschlange des Kühlapparates *D*, werden dort verflüssigt und fliessen in die Vorlage *E* ab. Sobald das Wasser in *C* bis zum Sieden erhitzt ist, sind alle Bestandtheile des Theeröles, die bei 100° C. dampf-

förmig bleiben, überdestillirt und in der Vorlage *E* aufgefangen worden. Auf diese Weise wird ein sehr reines Benzol gewonnen. Durch Oeffnen des Hahnes *a* können die über 100° C. sieden-

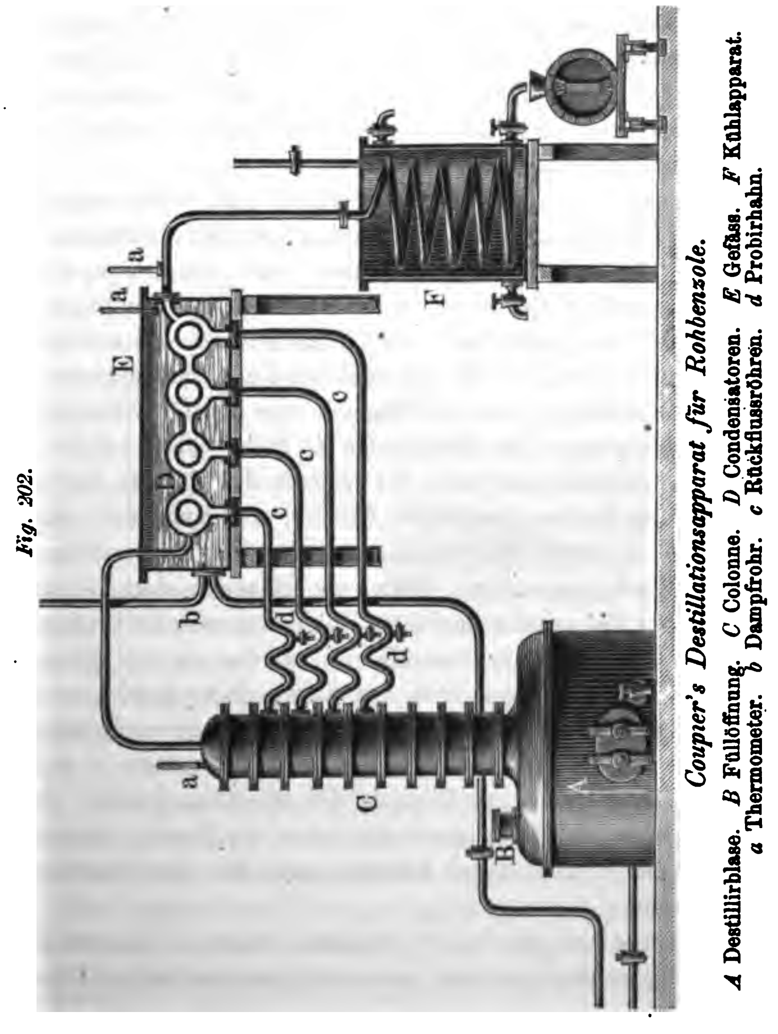


Fig. 202.

Coupier's Destillationsapparat für Rohbenzole.

A Destillirblase. *B* Füllöffnung. *C* Colonne. *D* Condensatoren. *E* Gefäss. *F* Kühlapparat. *a* Thermometer. *b* Dampfrohr. *c* Rückflussröhren. *d* Probirhahn.

den Kohlenwasserstoffe überdestillirt werden. Der Hahn *b* dient zum Entleeren der Blase, denn der Rückstand besteht grösstentheils aus Naphtalin und wird mit der Hauptnaphtalinmenge verarbeitet.

Schon im Jahre 1860 hat E. Kopp zur Benzoldarstellung auf die Anwendung der zur Spiritusdestillation dienenden Dephlegmirapparate aufmerksam gemacht und 1863 hat Coupier in Poissy einen solchen Apparat zuerst eingeführt. In Fig. 202 ist der Coupier'sche Apparat dargestellt. Der Apparat besteht hauptsächlich aus der Blase *A* und der Colonne (Kronenaufsatz) *C*. In die Blase *A* werden durch die Oeffnung *B* die der fractionirten Destillation zu unterwerfenden Benzole gebracht und die Blase mit Dampf geheizt.

Die aus der siedenden Flüssigkeit sich entwickelnden Dämpfe, welche in *C* nicht condensirt werden, gelangen in das mit Wasser, Chlorcalciumlösung oder Ammoniumnitratlösung angefüllte Gefäss *E*, welches durch das Dampfrohr *b* bis auf eine bestimmte durch den Thermometer *a* zu ermittelnde Temperatur gebracht wird. Die nach den Ring-Condensatoren *D* kommenden Dämpfe sind ein Gemenge von Benzol, Toluol etc., da die Temperatur des Recipienten *D* nicht höher als 80° C. ist, so verdichten sich darin die Dämpfe des Toluols und die Dämpfe der übrigen homologen Glieder, wie Xylol etc., während die im ersten Ring-Condensator *D* nicht condensirbaren Dämpfe nach dem zweiten, dritten etc. gelangen, dort die letzten Spuren der minder flüchtigen Kohlenwasserstoffe verlieren, welche durch die Rückflussröhren *c* wieder in die Colonne fliessen, und endlich in den mit kaltem Wasser gespeissten Kühlapparate *F* condensirt und in der Vorlage aufgefangen werden. An den Rückflussröhren *a* sind Probirhähne *d* angebracht, welche auch zur Controle der Operation dienen. Die Biegungen an den Rückflussröhren haben den Zweck, dass aus der Colonne *C* nicht direct Dämpfe nach den Ring-Condensatoren gehen.

Soll nur das bei 80,5° C. siedende Benzol in reinem Zustande abgeschieden werden, so genügt es, das Gefäss *E* mit Wasser zu füllen und vermittelst der Dampfschlange auf 60 bis 70° C. zu bringen, für das bei 111° C. siedende Toluol reicht eine Temperatur von 100° C. hin; soll aber auf Xylol oder Trimethylbenzole gearbeitet werden, so sind die oben angegebenen Salzlösungen nothwendig. Zur Destillation des Toluol

st in der Dampfleitung der Blase *A* eine Dampfspannung von 3½ Atmosphären nothwendig und für die Trimethylbenzole, welche ein Paraffinbad erfordern, sogar von 6—7 Atmosphären.

Wie weit es gelingt, mit Hülfe dieses Apparates eine Trennung der Kohlenwasserstoffe zu erreichen, hat Th. Coupier in folgender Zusammenstellung dargethan. Aus derselben geht hervor, dass die Menge der unreinen, noch Gemenge von Kohlenwasserstoffen enthaltenden Destillate hinter diejenigen der reinen Destillate zurücktritt.

100 Liter eines von 62—150° C. siedenden Rohbenzoles d. i. etwa 50% nach gewöhnlicher Handelsbezeichnung geben:

von 62—80° C.	unreines Destillat . . .	6	Liter
„ 80—82 „	reines Benzol	44	„
„ 82—100 „	unreines Destillat . . .	6	„
„ 100—112 „	reines Toluol	17	„
„ 112—137 „	unreines Destillat . . .	5	„
„ 137—140 „	reines Xylol	9	„
„ 140—148 „	unreines Destillat . . .	5	„
„ 148—150 „	reine Trimethylbenzole	8—9	„

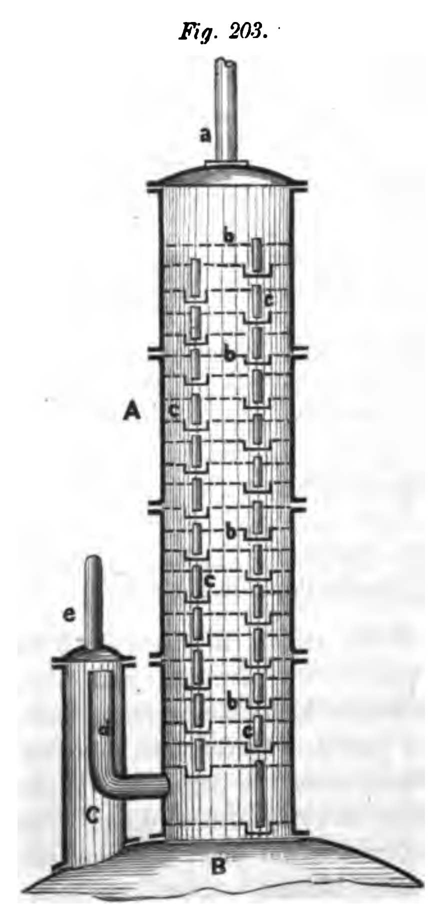
Es werden also neben 44 Th. reinem Benzol und 17 Th. reinem Toluol noch gewonnen: 1) 6% Vorlauf, zum Theil Schwefelkohlenstoff, Olefine, welche kaum Verwendung finden und mit der Auflösungsnaphta und dem Fleckwasser vermischt werden, 2) 6% eines Zwischenproductes von Benzol und Toluol, welches mit zur neuen Rectification genommen wird und 3) ca. 27% höher siedende Producte, welche gar nicht mehr getrennt wurden und mit als Fleckwasser benutzt wurden, aus denen aber jetzt 19% Xylol abgeschieden werden.

Der Apparat von Coupier hat keine grosse Verbreitung gefunden, eine grössere jedoch die aus Kupfer oder Eisen construirten Rectificationsapparate der Firma D. Savalle fils in Paris und die Heckmann'schen Rectificationsapparate Fig. 124 und 125, welche bereits Seite 593—596 bei den leichten Erdölproducten beschrieben sind.

Bei dem Savalle'schen Apparate wird die Condensation der Dämpfe nicht durch Wasser oder eine Salzlösung bewirkt,

sondern ganz und gar durch den Luftstrom, dessen Stärke durch ein Register geregelt wird.

Fig. 203.



Savalle's Colonne.

A Colonne. *B* Blase. *C* cylindrischer Behälter. *a* Rückflussrohr. *b* Scheidewände. *c* Ueberlaufröhrchen. *d* Dampfeintrittsröhrchen. *e* Thermometer.

Die Hauptbestandtheile des Apparates sind 1) eine stehende Blase mit Dom, 2) die Colonne auf der Blase, welche noch mit dem Dome durch ein Dampfrohr *d* verbunden ist, 3) ein Luftcondensator und 4) ein Luftkühler. Die zur Kühlung nöthige Luft wird durch einen Ventilator, welcher durch eine Dampfmaschine getrieben wird, zugeführt. Die innere Einrichtung der Savalle'schen Colonne ist in Figur 203 veranschaulicht. Die Dämpfe aus der Blase *B* treten durch den Dom *C* — mit Thermometer *e* —, welcher durch eine verticale Scheidewand der Höhe nach getheilt ist, und das Rohr *d* in die Colonne. Die Colonne ist durch horizontale, vielfach durchlöcherte Scheidewände in mehrere Kammern getheilt. In jeder Scheidewand ist ein verticales Ueberlaufrohr eingesetzt, welches theilweise in eine entsprechende Vertiefung der darunter liegenden Platte eingesenkt ist. Diese Ueberlaufröhren sind abwechselnd an der einen und der

anderen Seite angeordnet. Die vom Luftcondensator zurückfliessenden höher siedenden Producte passiren allmählich sämmtliche Kammern der Colonne und gelangen schliesslich in die Blase zurück. Die Durchbohrung der Platten ist so berechnet, dass der aufsteigende Dampfstrom die Flüssigkeit hindert, durch die Löcher hindurch zu fallen und daher immer eine Flüssigkeitsschicht von 4—5 Cm. Höhe, entsprechend den Mündungen der Ueberlaufröhren, auf den Scheidewänden zurückbleibt, welche die Dämpfe durchstreichen müssen, nachdem sie die Löcher passirt haben.

Chemisch rein können die Kohlenwasserstoffe durch fractionirte Condensation in den besten Destillationsapparaten nicht gewonnen werden, aber für technische Zwecke wird die Trennung des Benzols vom Toluol und des Toluols von den Xylolen in vollkommener Weise erreicht und dies ist für die Farbentechnik von grösster Bedeutung.

Für gewöhnlich werden mit den Rohölen zwei Destillationen mit Dampf vorgenommen und zwar bei der ersten Destillation:

1. bis 103° C. in der Blase giebt ein 65—70 % Benzol;
2. 103—110° C. giebt 30 % Benzol;
3. 110—130° C. giebt hauptsächlich Toluol;
4. über 130° C. giebt Auflösungsnaphta.

Diese Fractionen werden nun einer zweiten Destillation unterworfen, wobei namentlich auf eine vollständige Dephlegmation — Seite 594 — Rücksicht genommen wird.

Durch starkes Abkühlen auf — 10° C. kann aus einem Gemisch von Benzol, Toluol, Xylol das Benzol zum Erstarren gebracht und durch Abpressen bei niederer Temperatur von dem flüssigbleibenden Toluol und Xylol fast rein erhalten werden und es liegt in diesem Verhalten eine Methode, um das durch fractionirte Destillation fast rein erhaltene Benzol noch weiter zu reinigen — Seite 253 —.

Der feste wieder geschmolzene Benzolrückstand ist auf seinen Siedepunkt, der zwischen 80 und 84 liegen soll, zu prüfen und darf, wenn dieser Siedepunkt zutrifft, als beinahe reines Benzol betrachtet werden. Durch Wiederholung der eben beschriebenen Verfahrungsart aber mit sehr verminderter

Ausbeute kann ein Product vom constanten Siedepunkte = 81° C. erhalten werden.

Die Benzole haben je nach ihrer Zusammensetzung verschiedene Siedepunkte und werden unterschieden „hochgrädige“, d. h. solche, in welchen mehr von den bei höherer Temperatur siedenden Homologen und „tiefgrädige“, in welchen mehr Benzol enthalten ist; ausserdem wird im Handel der verschiedene Gehalt der Benzole in Procenten als „procentig“ oder „grädig“ bezeichnet, jedoch nicht in dem Sinne, dass die Procente an reinem Benzol angegeben sind. Ein 90 % Benzol ist demnach nicht ein solches, worin 90 % reines Benzol enthalten ist, sondern ein Product, von welchem 90 Volumprocente bei einer Temperatur bis 100° C. überdestilliren.

Nach Lunge unterscheidet man im englischen Handel folgende Endproducte der leichten Theeröle, welche auch mit den deutschen ziemlich übereinstimmen, und geben diese Handelssorten des Benzols und der Naphta nach Lunge's Untersuchungen bei der Fractionirung in Volumprocenten die Resultate, welche in nebenstehender Tabelle — Seite 757 — angegeben sind.

Nach Mittheilungen aus der Praxis, welche Lunge zu theil wurden, sollen die verschiedenen Producte die daneben stehende Procentigkeit bei verschiedenen Temperaturen geben.

Es geben bei	100° C.	120° C.	130° C.	130° C.	Spec. Gew. bei 15° C.
90 % Benzol . .	90 %	—	—	—	0,885
50 „ „ . .	50 „	90 %	—	—	0,880
30 „ „ . .	30 „	90 „	—	—	0,875
Auflösungsnaphta	—	—	20 %	90 %	0,875
Brennnaphta . .	—	—	—	30 „	0,885

In Betreff der Eigenschaften des Benzols, Toluols, Xylols etc. muss auf den allgemeinen chemischen Theil — Seite 249 bis 258 — verwiesen werden.

Handelssorten des Benzols und Fractionirungsresultate.

Bezeichnung der Handelsproducte	Siedepunkt	88° C.	93°	100°	110°	120°	130°	138°	149°	160°	170°
90 % Benzol	82° C.	30	65	90	—	—	—	—	—	—	—
50 „ „	88° „	—	13	54	74	90	—	—	—	—	—
Toluol	100° „	—	—	—	56	90	—	—	—	—	—
Carburirnaphta	108° „	—	—	—	1	35	71	84	97	—	—
Auflösungsnaphta . . .	110° „	—	—	—	—	17	57	71	90	—	—
Brennnaphta	138° „	—	—	—	—	—	—	—	30	71,5	89

Nach Häusermann ergeben 100 % Rohbenzol folgende Volumprocente:

	85° C.	90°	95°	100°	105°	115°	120°	135°	140°	145°	150°	170°	180°
90 % Benzol	20	72	84	90	95	98	—	—	—	—	—	—	—
50 „ „	—	5	30	50	64	81	94	—	—	—	—	—	—
Auflösungsnaphta	—	—	—	—	—	—	—	6	48	72	85	92	95

Das aus dem Steinkohlentheer erhaltene Benzol wird häufig durch Zusatz von niedrig siedenden Kohlenwasserstoffen des Rohpetroleum — Seite 598 — oder des Braunkohlentheers verfälscht.

Die Unterscheidung dieser Körper bietet keine besonderen Schwierigkeiten und giebt schon das specifische Gewicht einigen Anhalt, welches beim Steinkohlenbenzol stets über 0,87, beim Petroleumbenzin aber unter oder sehr wenig über 0,700 bleibt.

Steinkohlenbenzol wird durch starke Salpetersäure oder ein Gemisch von 2 Theilen Schwefelsäure und 1 Theil Salpetersäure leicht nitrirt — Seite 598 —. Petroleum- und Braunkohlenbenzin verhalten sich indifferent. Wird nun das nitrirte Gemisch in Wasser gegossen, so sinkt Nitrobenzol unter, während die andern beiden Benzine als eine leichte farblose Schicht oben aufschwimmen. Sehr kleine Mengen der Benzine können sich aber dem Nitrobenzol beimischen und muss deshalb das Nitrobenzol mit metallischem Zink und Schwefelsäure behandelt werden; dabei bildet sich schwefelsaures Anilin, welches bei der Destillation zurückbleibt, während die Benzine überdestilliren, auf dem Wasser schwimmen, und am Geruche zu erkennen sind. Das Braunkohlenbenzin giebt sich durch den an Rettig und Zwiebeln erinnernden Geruch zu erkennen und veranlasst beim Kochen mit ammoniakalischer Silberlösung Bräunung bis Schwärzung, welche Petroleumbenzin nicht erzeugt; auch gutes Steinkohlenbenzol darf an der Trennungsfläche kaum gefärbt erscheinen.

Steinkohlentheerasphalt wird von Benzol leicht mit tiefbrauner Farbe gelöst, mit Benzin behandelt, zeigt sich die Lösung selbst nach längerer Zeit kaum gefärbt.

Jod löst sich in Benzol mit violetter Farbe, in Benzin mit himbeerrother, und nur eine kleine Beimischung von Benzin zum Benzol genügt, eine himbeerrothe Färbung der Lösung zu verursachen.

Benzol ist in allen Verhältnissen mit absolutem Alcohol mischbar und bildet mit einem gleichen Volum mit Holzgeist denaturirtem Spiritus von 0,820 spec. Gew. eine homogene

Flüssigkeit, während Benzin zur völligen Lösung 2 Volumen absoluten Alcohol und 4—5 Volumen holzgeisthaltigen Spiritus von obiger Stärke braucht.

Von dem 90 % Benzol des Handels müssen 77,7 Volumen mit 22,3 Volumen 90 % Weingeist eine klare Mischung geben; je mehr höher siedende Körper es enthält, desto weniger vermag Weingeist davon zu lösen.

Darstellung des Nitrobenzol und Anilin des Handels.

Nitrobenzol. Bezugnehmend auf das Seite 332 u. f. über Nitrobenzol Mitgetheilte wird an Stelle der rauchenden Salpetersäure bei der Fabrikation im Grossen gewöhnlich ein Gemisch von chlorfreier Salpetersäure von 44° B. = 1,46 spec. Gew. mit Schwefelsäure von 66° B. = 1,84 spec. Gew. angewendet. Da das Zusammenbringen grösserer Mengen Benzol und Säure mit Gefahr verbunden ist, wird bei allen älteren und neueren Methoden der Nitrirung des Benzols darauf gehalten, dass die Einwirkung der Körper aufeinander eine allmähliche sei. Aus derselben Rücksicht der Vermeidung von Explosionen sollen nur phenol- und cressylsäurefreie Benzole angewendet werden, weil vornehmlich diese beiden Körper unter heftig verlaufender Reaction von der Salpetersäure angegriffen werden. Naphtalinhaltige Benzole sowie solche, welche viel der höheren Homologe über dem Toluol enthalten, liefern unreine Nitroproducte und in weiterer Verarbeitung Farben mit viel harzähnlichen Beimengungen, weshalb Benzole von diesem Grade von Unreinheit zu verwerfen sind. Das Umdestilliren des Nitrobenzols ist eine beschwerliche mit Verlusten und Gefahren verbundene Arbeit und wird dieses niemals mit Nitrobenzolen des Handels vorgenommen.

Apparate und Vorschriften zur Nitrobenzolfabrikation sind viele angegeben und soll zuerst des historischen Interesses halber der Mansfield'sche angegeben werden.

Mansfield, welchem die fabrikmässige Gewinnung des Benzols aus Steinkohlentheer zu verdanken ist, beschreibt in seinem ersten Patente vom Jahre 1847 folgendes Verfahren:

Ein dünnwandiges mit Tubulatur versehenes Glasgefäss

von etwa dem dreifachen Inhalte der zu verarbeitenden Benzolmenge wird in kaltes Wasser gestellt und dann starke Salpetersäure von 1,50 spec. Gew. hineingegossen, und zwar etwas mehr als das Benzinvolumen beträgt.

Letzteres wird allmählich und unter Umrühren zugegeben, bis die letzt zugesetzten Antheile sich nicht mehr vollkommen lösen. Es wird auf gelindem Feuer (Sandbad) so lange erwärmt, bis die Flüssigkeit durch Lösung der Benzinreste klar geworden, dann nochmals Benzin zugesetzt, bis sie sich nochmals trübt und schliesslich wird die Trübung wieder aufgehoben durch einige Tropfen Salpetersäure.

Das Gemisch wird in das 5—6 fache Volumen Wasser gegossen, wobei das Nitrobenzol zu Boden sinkt. Man giesst das Wasser davon ab und wiederholt das Waschen mehrmals, bis die Waschflüssigkeit nicht mehr sauer reagirt, zuletzt kann man auch anstatt Wasser eine schwache Sodalösung zum Waschen anwenden.

Später wurden von Mansfield zur Darstellung Steingutgefässe genommen, und war der wesentlichste Bestandtheil des Apparates ein Schlangenrohr aus Steinzeug, welches an seiner oberen Mündung in zwei Zufüllröhren auslief, die mit Trichtern versehen waren und das in einem Kühlfasse lag. Man regelte den Zufluss der Säure und des Benzols durch die Trichter, so dass die Mischung an der Vereinigung stattfand; das Gemisch kühlte sich dann beim Durchgehen durch das Schlangenrohr ab, so dass es am unteren Ende direct aufgefangen werden konnte. Jetzt werden aber allgemein gusseiserne Mischgefässe entweder in Kesselform oder Cylinderform angewendet, welche mit einem Rührwerk versehen sind. Die Mischgefässe fassen 200 bis 400 Liter, so dass 80—100 Kilogr. Benzol auf einmal verarbeitet werden können. Mehrere solcher Mischgefässe werden in einer Reihe aufgestellt, über denselben läuft eine Welle hin, welche die Rührer in Bewegung setzt. Am Boden eines jeden Gefässes ist eine Abflussöffnung angebracht. Den Verschluss bildet ein mit überstehendem Rande genau eingepasster Deckel mit mehreren Oeffnungen, welche zur Materialzufuhr, für die Rührstange und zum Entweichen der Gase dienen. Auf der Zufüll-

öffnung für die Säure sitzt gewöhnlich eine Art Ballon, welcher mit trichterförmiger Verengung nach unten und zuweilen mit einem Hahne versehen ist.

Beim Betriebe wird das Mischgefäss mit 100 Theilen Benzol beschickt und darauf unter fortwährender Bewegung des Rührers die Säure — ein Gemisch von 120 Theilen concentrirter Salpetersäure und 200 Theilen Schwefelsäure — langsam zugesetzt und der Rührer so lange in Thätigkeit gelassen, bis keine Reaction mehr stattfindet. Hat sich die Flüssigkeit entfärbt und in zwei Schichten übereinander gelagert, so ist der Vorgang beendet. Im Anfange muss bei der Operation gekühlt werden und geschieht dies gewöhnlich dadurch, dass man Wasser in feinem Strahle über die Mischgefässe laufen lässt, erst gegen Ende der Operation, welche 8—10 Stunden dauert, wird mit der Kühlung aufgehört. Nach völliger Scheidung der Flüssigkeiten wird der Abflusshahn geöffnet, es kommt zuerst die Schwefelsäure, welche mit Natronsalpeter wieder auf Salpetersäure verarbeitet wird, dann das Nitrobenzol mit dem der Reaction entgangenen Benzol, welches letztere durch Einleiten von Wasserdampf entfernt wird.

Das Nitrobenzol wird dann mit Alkali und Wasser in einer Reihe von stufenweise angeordneten Holzbütten, welche durch Röhren verbunden sind, gewaschen und später noch einer Destillation unterworfen. Durch fractionirte Destillation kann das Handelsproduct Nitrobenzol in Nitrobenzol und Nitrotoluol etc. zerlegt werden. Die Ausbeute beträgt bei reinem Benzol 152 % berechnet 157, bei Rohbenzol 145%. Eigenschaften etc. Seite 332.

Anilin. Die Amidirung, also das Ueberführen des Nitrobenzols in Anilin — Seite 346 — geschah früher im Grossen fast ausschliesslich mittelst Eisenfeile und Essigsäure. Zu diesem Zwecke wurde das Nitrobenzol in gusseisernen Gefässen gemischt und alsdann allmählich Eisen in Gestalt von Dreh- oder Feilspänen eingetragen. Gegenwärtig wird die Essigsäure durch die billigere Salzsäure ersetzt, indem in gusseisernen mit Rührwerk versehenen Cylindern 100 Theile Nitrobenzol mit etwa der gleichen Gewichtsmenge Wasser zusammengebracht und in das Gemisch allmählich 100 Theile Eisenfeile und 5—10 Theile

reine Salzsäure eingetragen werden. Diese verhältnissmässig geringe Menge Salzsäure ist in praxi zur Vollendung der Reduction vollständig ausreichend, da das zunächst gebildete Eisenchlorür sich mit dem gleichzeitig entstandenen Amide im Grossbetriebe zu Eisenoxyduloxyd und salzsauren Anilin umsetzt, welches dann auf eine neue Menge Eisen einwirkt. Ist die Reduction vollendet, so wird gelöschter Kalk hinzugefügt uud das Anilin mittelst eines Dampfstromes abdestillirt. Eigenschaften etc. Seite 346.

---

3. Verarbeitung der Mittelöle und Carbolöle.

α. Carbolsäure, Phenylsäure, Oxybenzol, Steinkohlentheerkreosot — Seite 294 —.

Die Mittelöle und Carbolöle — Seite 741 —, welche zwischen 150—240° C. übergehen, bilden das Ausgangsmaterial zur Darstellung von **Theersäuren**, Phenol, Kresol etc. und Naphtalin und wurden vor der grossen Nachfrage nach Naphtalin als rohe Carbolsäure in den Handel gebracht. Diese Oele ergeben bei einer Destillation noch folgende Fractionen:

	a	b
bis 100° C.	0 %	0 %
100—180° „	14,10 „	9,20 „
180—200° „	41,50 „	35,10 „
200—250° „	38,70 „	49,20 „

und zeigen, da die Theersäuren zwischen 180—210° C. destilliren, den grossen Gehalt an diesen Körpern. Die Mittelöle enthalten 20—25% von in Alkalien löslichen Verbindungen.

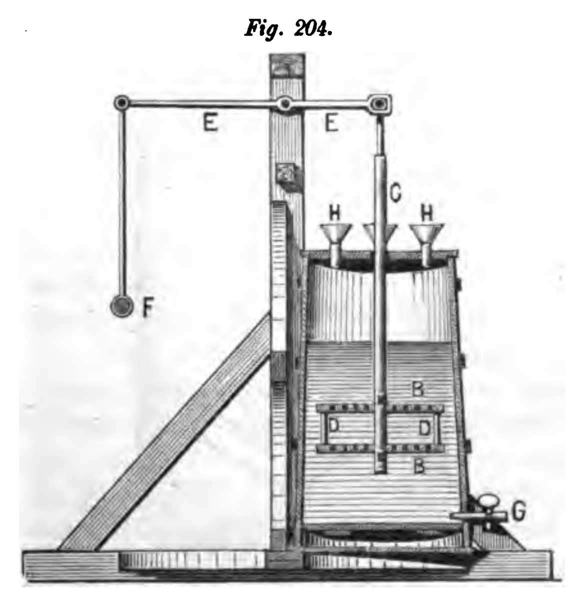
In einigen Fabriken werden die Carbolöle vor der Behandlung mit Alkali noch längere Zeit ruhig der Kälte überlassen, um einen grossen Theil des darin enthaltenen Naphtalin abzuscheiden, in anderen Fabriken wird diese Manipulation als überflüssig betrachtet und werden die Oele direct mit Natronlauge oder Kalkmilch oder einem Gemisch von beiden behandelt.

Durch eine Vorprüfung wird der Gehalt an zuzusetzendem Alkali festgestellt und eine Natronlauge von 35—40° B. = 1,30

bis 1,35 spec. Gew. entsprechend 21—25 % Aetznatron dann verwendet.

Das Vermischen der Natronlauge mit dem Carbolöle muss sehr innig geschehen und dienen dazu die mannigfachsten Rührwerke, so auch noch vielfältig Rührwerke in Art des Stoss-Buttergefässes, oder des Rührapparates mit Handbetrieb, wie es in Oelraffinerien zum Vermischen der Oele mit Schwefel-

Fig. 204.



Rührapparat mit Handbetrieb.

A Bottich. *B* Durchlöcherte Scheiben. *C* Hölzerner Stiel. *D* Verbindungshölzchen. *E* Hebel. *F* Handgriff. *G* Hahn. *H* Trichter.

säure geschieht, d. h. in einem Fasse — Fig. 204 — mit einem auf- und niederzubewegenden Stabe, an welchem durchlöcherte Scheiben angebracht sind.

Oder es sind Rührwerke vorhanden ähnlich wie die in den Figuren 114 und 115, Seite 573 u. f. dargestellt sind.

Vielfach sind jetzt, wo Luftcompressionspumpen zum Heben der Oele, des Theeres etc. in Anwendung sind, sogenannte Luftmischer — Fig. 205 — angewandt, wie sie auch in den Petroleumraffinerien in Gebrauch sind — Seite 577 —.

Es wird also die Mischung mittelst eines Luftstromes bewirkt, welcher durch das Rohr *C*, am Ende mit quirlartigen nach unten fein durchlöcherten Aesten versehen, austritt. Der Luftmischer ist deshalb vorzuziehen, weil keine sich bewegenden Maschinentheile in der Flüssigkeit vorhanden sind

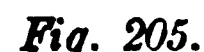
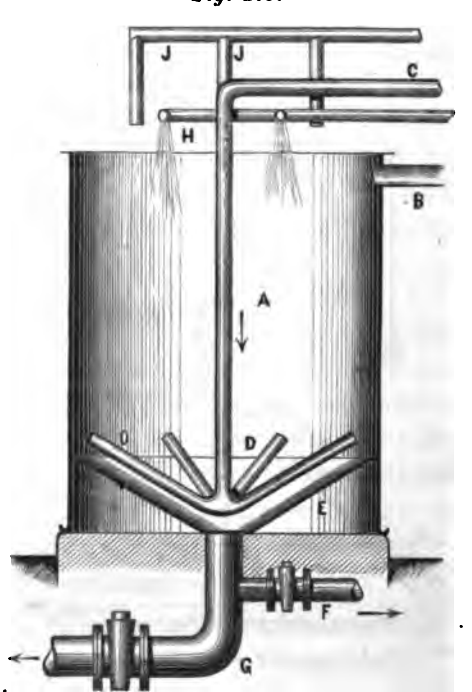


Fig. 205.



Apparat zum Mischen mittelst Luftstromes.

A Blechcylinder. *B* Carbolölzufluss. *C* Luftrohr. *D* Rührwerk. *E* conischer Boden. *F*, *G* Ausflussröhren. *H* Natronlaugenzufluss. *J* Wasserzufluss.

und er gleich gut für Alkalien und Säuren angewendet werden kann.

Die alkalische Flüssigkeit ist zuweilen, wenn viel Phenylsäure vorhanden und concentrirte Natronlauge angewendet ist, dicklich, breiig, selbst fest von ausgeschiedenen Krystallen von carbolsaurem Natrium, wodurch die Einwirkung des ferneren Alkali erschwert wird, anderntheils verursacht der dickflüssige

Zustand beim Ueberlassen der Ruhe ein Zurückhalten öliger Theile und ist dann unbedingt ein Zusatz von Wasser nothwendig, der es ermöglicht, dass die Oeltheile bei der Verdünnung in die Höhe steigen können. Das Gemenge wird schliesslich in stehenden Cylindern der Ruhe überlassen, wobei es sich in zwei Schichten trennt, eine untere von carbolsaurem Natron in Lösung und eine obere von Theeröl und harzigen Stoffen. Zur weiteren Abscheidung harziger Stoffe und namentlich von Naphtalin, welches in Natronlauge löslich ist, lässt man alsdann die carbolsaure Natronlösung oder die mit etwas dicker Kalkmilch versetzte Phenollösung unter öfterem Umrühren einige Tage an der Luft stehen und trennt hierauf die abgeschiedenen Harze etc. durch Coliren. Der Process lässt sich auch beschleunigen, wenn die mit frischer Kalkmilch versetzte Phenollösung mittelst einer Dampfschlange erwärmt wird; schon nach einigen Stunden überzieht sich die Lauge mit einem rothbraunen Schaum, welcher das ganze Naphtalin etc. enthält. Nach dem Erkalten wird der Schaum abgeschöpft und auf Naphtalin verarbeitet. Bei dieser Operation ist es nothwendig, dass die kalkmilchhaltige Phenolnatriumlösung nicht zu hoch erwärmt wird, oder gar in Wallungen geräth, da sonst Naphtalin mit den Wasserdämpfen entweicht und Verluste eintreten. Nach vollständiger Entfernung des Naphtalin etc. und Klärung der Carbollauge wird dieselbe sorgfältig von dem etwa auf dem Boden befindlichen Kalke abgezogen und zur Zersetzung in hölzerne oder mit Blei ausgeschlagene Bottiche gebracht.

Zu dieser Lauge von Phenolnatrium wird die beim Waschen des Rohbenzol und Leichtöles erhaltene gesetzt, durch eine Vorprüfung die zuzusetzende Säure ermittelt und die Lauge direct mit Salzsäure oder Schwefelsäure, welche allmählich zugesetzt wird, behandelt. Es ist zur Zersetzung die von der Reinigung der Leichtöle und des Vorlaufes übriggebliebene Säure verwendet worden, nachdem die Säure zum Abscheiden der Brandharze mit Wasser verdünnt und filtrirt worden war; die Säure ist aber noch zu unrein, so dass man meist davon abgekommen ist, weil die Ersparniss im Verhältniss zum reinen Phenol zu gering ist. Selbstverständlich darf zur Zersetzung

keine zu concentrirte Schwefelsäure angewendet werden, welche die Bildung von Sulfophenolen verursacht, die sich bei der Destillation zersetzen und das Phenol mit schwefliger Säure verunreinigen. Nach Freimachung der Carbolsäure muss die Salzlauge noch längere Zeit stehen gelassen werden zur vollständigen Abscheidung der Carbolsäure.

Das fractionirte Abscheiden der Carbolsäure wird vielfach angewendet, es scheiden sich zuerst die harzigen Bestandtheile, dann die Homologen des Phenols und endlich fast ganz reines Phenol, sogenannte 90 % Carbolsäure des Handels, als braunes brenzlich riechendes Oel ab, welches in dünner Schicht mehr oder weniger durchscheinend ist und ein specifisches Gewicht von 1,050—1,065 hat.

Das Phenol kann auch von seinen Homologen dadurch getrennt werden, dass das Mittelöl mit einer nicht hinreichenden Menge verdünnter Natronlauge versetzt wird, hierbei geht das Phenol zuerst in Lösung und kann von den noch nicht gebundenen Kresolen getrennt werden.

Es ist in neuerer Zeit vorgeschlagen und von Mill's in Schottland und Brönner in Frankfurt schon zur Ausführung gebracht, das carbolsaure Natrium mit Kohlensäure zu zersetzen. Ist das Verfahren durchführbar, so würde das Natrium als kohlensaures Natrium wieder gewonnen werden und wäre nach dem Caustificiren wieder zu verwerthen; ausserdem würden die Verluste an Phenol, welches in der Glaubersalzlösung resp. Kochsalzlösung suspendirt bleibt, geringer werden und schliesslich würde das Auswaschen des Phenols erspart. Die zu verwendende Kohlensäure braucht durchaus nicht direct sauerstofffrei dargestellt zu werden, sondern es könnten sehr gut gewaschene Rauchgase benutzt werden, da der Sauerstoff nicht schädlich wirkt.

Die aus dem Phenolnatrium durch die Schwefelsäure etc. abgeschiedene Carbolsäure kommt vielfältig als **„rohe Carbolsäure“** in den Handel, enthält Wasser, Kresole, Naphtalin und harzige Bestandtheile und findet direct als Desinfectionsmittel etc. Verwendung, andernfalls wird dieselbe ein- bis zweimal mit wenig Wasser behandelt, um die Mineralsäuren zu entziehen. Das

Wasser enthält natürlich nicht unbedeutende Mengen Carbolsäure und wird zum Auflösen der caustischen Soda benutzt. Die unter dem Waschwasser abgeschiedene Carbolsäure wird bis nahe zum Sieden erhitzt, durch einen Luftstrom getrocknet und der Destillation unterworfen.

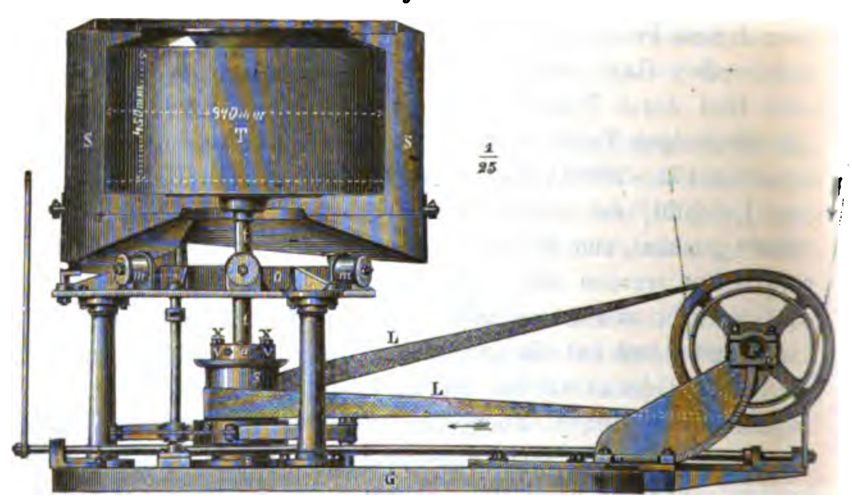
Die Destillation der rohen Carbolsäure geschieht in 500 bis 1000 Liter fassenden kupfernen oder schmiedeeisernen mit Thermometer versehenen Blasen von nur geringer Höhe — ähnlich den Theerdestillationsblasen, damit die gebildeten Dämpfe leicht abziehen können — entweder und zwar meist über freiem Feuer oder mittelst überhitztem Dampfe. Die entweichenden Gase werden in einer Kühlschlange von Eisen oder Blei durch Wasser in einem Kühlbottich gekühlt, aber nur diejenigen Producte als Carbolsäure aufgefangen, welche zwischen 175—200° C. übergehen. Die leichtere Fraction kommt zum Leichtöl, der flüssige Blasenrückstand, in England „**Tereben**" genannt, zum Schweröl, wenn er nicht auf Kresol, Xylol verarbeitet werden soll. Das Product kommt immer noch, weil gefärbt und wasserhaltig, als eine **rohe Carbolsäure** in den Handel und hat ein specifisches Gewicht = 1,050—1,065 bei 15° C. Oder es werden nur die Theile aufgefangen, welche zwischen 185—195° C. übergehen und wird diese Fraction an einen kühlen Ort von 8° C. Temperatur gebracht und zur Krystallisation sich selbst überlassen. Der sogenannte Krystallisationsbottich ist unten mit einem Hahne versehen und wird durch diesen die Mutterlauge, aus Phenol und Kresol bestehend, abgelassen und zu neuen Destillationen verwandt, während die krystallisirte Carbolsäure durch Centrifugiren oder Absaugen vollständig von der Mutterlauge — in England zuweilen „**Phenylen**" bezeichnet — befreit und einer nochmaligen Destillation unterworfen wird.

Der Gebrauch der Centrifugen muss als bekannt vorausgesetzt werden und die weitere Erklärung ergiebt sich aus der Buchstabenbeschreibung bei Figur 206 und 207.

Bei einer neuen Destillation wird zwar eine krystallisirte fast weisse Carbolsäure erhalten, dieselbe färbt sich aber immer noch an der Luft roth bis braun und muss einer nochmaligen

Destillation unterworfen werden, nachdem vorher $^1/_5$—$^1/_3$ % chromsaures Kali und sehr wenig Schwefelsäure zugesetzt sind. Destillirt die Carbolsäure noch nicht ungefärbt über, so ist ein grösserer Zusatz von chromsaurem Kali nothwendig. Die Destillation darf aber nur in kupfernen Retorten mit Porcellanhelm oder Steinguthelm, auch Silberhelm und porcellanenen oder thönernen Kühlschlangen vorgenommen und das Destillat nur in Glasgefässen aufgefangen werden; jede Berührung mit un-

Fig. 206.



Regulator-
G Untersatz. *L* Laufgurt. *S* äusserer Cylinder. *T* innerer Cylinder.
festigung des äusseren Cylinders. *o* Lager. *r*, *r'* feste und lose

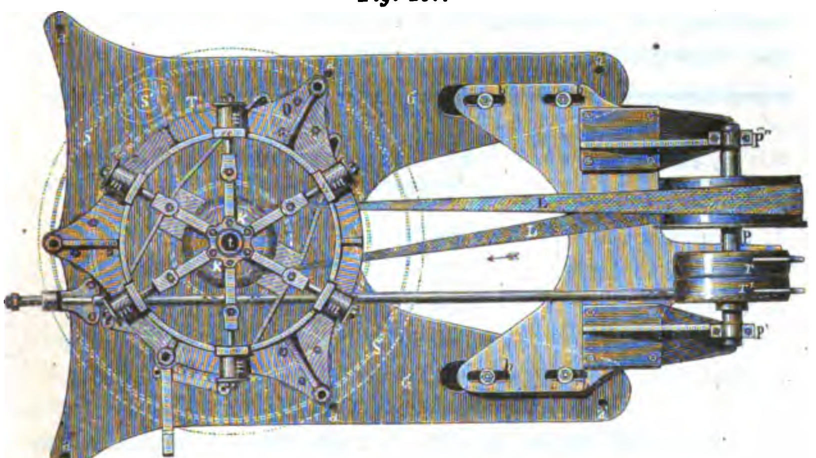
edlen Metallen muss vermieden werden. Die Krystallisation der Carbolsäure erfolgt nur, wenn dieselbe wasserfrei ist, daher ist es oft noch nothwendig, die Säure über freiem Chlorcalcium oder wasserfreiem, schwefelsaurem Kupferoxyd aus einer vollständig trocknen Retorte mit Porcellanhelm etc. zu destilliren. Bei dieser letzten Destillation wird das Destillat gleich in den gläsernen Versandtgefässen aufgefangen und ist jegliche Berührung mit Metallen zu vermeiden.

In vielen Fabriken wird die nach dem Centrifugiren und Destilliren erhaltene Carbolsäure einige Wochen ruhig stehen

gelassen und beobachtet, ob die Säure noch dunkelt oder sich färbt; ist dies der Fall, so wird die Säure wieder an Natron gebunden, durch Schwefelsäure zersetzt und die abgeschiedene Säure wiederum destillirt, wobei das erste wasserhaltige Destillat besonders aufgefangen wird. Es ist noch zu erwähnen, dass eine schwefelhaltige Carbolsäure durch Destillation über Bleioxyd gereinigt werden kann.

Da die oben erwähnte Rectification und Gruppirung stets neuer Fractionen eine umständliche ist, so werden die Mittelöle

Fig. 207.



Centrifuge.

a Schrauben zum Lager. *b* Schrauben zur Schwungradbefestigung. *m* Be- Riemenscheibe. *s* Büchse zur Welle. *t*, *x* Verschraubungen.

zur Trennung des Phenols von den Homologen direct aus einem Dephlegmator destillirt, wie er zur Trennung von Benzol, Toluol etc. dient und wird dazu der Ch. Girard'sche Dephlegmator — ursprünglich zur Trennung von Anilin und Toluol etc. — genommen, welcher ähnlich construirt ist wie der Coupier'sche Apparat — Fig. 202, Seite 751 —, nur ist das Gefäss *E* mit einem, mit Thermometer und Abzugsrohr versehenen Deckel verschlossen, welches mit Phenol gefüllt und als Phenolbad gebraucht wird, so dient das Abzugsrohr für die entweichenden Phenoldämpfe, welche in einer Kühlschlange

gekühlt und zum weiteren Füllen wieder verwendet werden. Wird das Rohbenzol angeheizt, so gelangen die Phenol- und Kresoldämpfe in den Condensator, welcher in dem oben erwähnten Phenolbade liegt, es wird hier nur das Kresol etc. condensirt und fliesst in den Destillationsapparat zurück, während das entweichende Phenol sich in der Kühlschlange verdichtet. Soll in demselben Apparate Kresol rectificirt werden, so wird an Stelle des Phenzolbades ein Oelbad benutzt, dessen Temperatur auf 203° C. gesteigert wird.

Nach Stohmann liefert rohe Carbolsäure nach ihrer Behandlung mit Natronlauge und Zersetzung des Phenolnatriums mit Schwefelsäure folgende Ausbeuten:

Rohe Carbolsäure eines Theeres aus:	Giebt ein reines Product mit 186—203° C. Siedepunkt	daraus	
		krystallisirte Carbolsäure	flüssige Carbol- u. Cresylsäure
1. Süddeutschland . .	34,70 %	13,10 %	21,60 %
2. Süddeutschland . .	44,80 „	—	44,80 „
3. Rheinland . . .	30,40 „	6,00 „	24,40 „
4. Verschiedenen Orten	43,70 „	29,80 „	13,90 „
5. Sachsen	41,00 „	28,00 „	13,00 „

Der beträchtliche Abgang der Rohsäure beim Raffiniren erklärt sich aus dem Gehalte an Brandharzen — ein nichtssagender Ausdruck für unbekannte Körper —, beigemengten neutralen Kohlenwasserstoffen, namentlich Naphtalin, über 208° C. siedenden Theersäuren und Arbeitsverlust, welcher bei den vielfachen Manipulationen nicht unerheblich ist — Seite 151 —.

Die Eigenschaften der Phenole, Kresole etc. finden sich im allgemeinen chemischen Theile Seite 294 u. f.

Bestimmung der rohen Carbolsäure. Die für Desinfectionszwecke bestimmte Carbolsäure wird auf ihren Werth nach dem Gehalt an natronlöslichen Bestandtheilen geprüft, es wird dabei das Gemisch von Phenol und Homologen nur auf eine sehr oberflächliche Weise behandelt, indem 50 Ccm. Rohsäure mit 100 Ccm. Natronlauge von 1,30 spec. Gew., ungefähr 25 % Aetznatron enthaltend, in einem graduirten Cylinder sehr kräftig

durchschüttelt werden. Nach dem vollständigen Absetzen wird das Volumen des ungelöst gebliebenen Oeles abgelesen und die Differenz als Phenol betrachtet, welches in 50 Ccm. war. Die Anzahl mit 2 multiplicirt ergiebt die Volumprocente an Theersäuren. Häufig ist der Naphtalingehalt bei Abscheidung der Oele störend und scheidet sich dasselbe von der Trennungsfläche breiig ab, häufig auch erstarrt die ganze Oelschicht, weil das Naphtalin einen Theil seiner Lösungsmittel verloren hat, und wird dadurch das Ablesen erschwert oder unmöglich gemacht. In diesem Falle muss die Natronlauge durch Einstellen des Cylinders in ein Wasserbad von 40—50° C. erwärmt werden, es findet dann leichter Trennung statt. Vereinfacht wird die ganze Manipulation, wenn der 50 Ccm. rohen Carbolsäure vor dem Durchschütteln mit 100 Ccm. Natronlauge eine bestimmte Anzahl Cubikcentimeter Ligroin oder schwerer Petroleumäther zugesetzt werden, welche dann selbstverständlich wieder abgezogen werden müssen.

Zur Prüfung einer sogenannten 90 % Carbolsäure des Handels werden zehn Volumen Säure mit 90 Volumen einer Natronlauge von 1,079—1,080 specifischem Gewicht = ungefähr 15 % Aetznatron tüchtig durchschüttelt, nach hinreichendem Absetzen darf der ungelöst gebliebene flüssige oder halbflüssige Antheil, welcher sich oben abscheidet, nicht mehr als 1 Volumprocent betragen. Würden also 10 Ccm. Carbolsäure mit 90 Ccm. Natronlauge tüchtig durchschüttelt und die Anzahl Cubikcentimeter des nicht gebundenen Oeles betrüge 1,7 Ccm., so wäre die Handelswaare nur 83 % (10 — 1,7 = 8,3).

Bestimmung der reinen Carbolsäure. Krystallnadeln bei 34—44° C. schmelzend, 180—184° C. siedend, specifisches Gewicht = 1,060. Dieselbe muss in Natronlauge vollständig löslich sein. Ist eine Lösung von 1 Theil Carbolsäure in 20 Theilen Wasser trübe, so zeigt dies Homologe des Phenol an, löst sich die Carbolsäure in Aether, Chloroform, Schwefelkohlenstoff trübe, so ist zuviel Wasser zugegen. Die reine Carbolsäure wird als Tribromphenol — Seite 296 — bestimmt und zu dem Zwecke eine genau gewogene Menge Carbolsäure, 4 oder 5 Grm., in einem Liter Wasser gelöst und 100 Ccm. dieser

Lösung in einem Becherglase mit Bromwasser oder Brombromkaliumlösung so lange versetzt, als noch ein Niederschlag entsteht und die Flüssigkeit gelblich erscheint, dann wird das Ganze 2—3 Stunden der Ruhe überlassen, dass sich das Bromphenol ordentlich abscheiden und das überschüssige Brom etwas verdunsten kann. Dann säuert man mit Salzsäure schwach an, fügt eine Lösung von schwefliger Säure oder schweflig-saurem Natrium zu, bis die Flüssigkeit farblos und auch der Niederschlag fast weiss erscheint oder seine schwach-gelbe Farbe sich wenigstens nicht weiter verändert. Nach abermaligem 2stündigen Stehen wird das gebildete Tribromphenol auf einem bei 60—70° C. getrockneten und gewogenen Filter gesammelt und mit Wasser ausgewaschen, bis das ablaufende nicht mehr durch Silberlösung getrübt wird. Das Wasser wird durch Fliesspapier aus dem aus dem Trichter herausgenommenen Filter abgesaugt und der Niederschlag bei 60—70° C. langsam bis zum constanten Gewichte getrocknet. 100 Theile Tribromphenol sind = 28,39 Theilen Carbolsäure, 1 Theil = 0,2839. Aus dem Gewichte des Tribromphenols — T — und dem der in 100 Ccm. obiger Lösungenthaltenen Substanz — S — ergiebt sich also der Procentgehalt der Carbolsäure an reinem Phenol — P — nach der Gleichung $P = T \times 28,39 : S$.

Das Tribromphenol lässt sich auch maassanalytisch bestimmen, wenn von einer genau titrirten Bromlösung ausgegangen und das überschüssig zugesetzte Brom durch $^1/_{10}$ Normal-Natriumhyposulfitlösung in bekannter Weise zurücktitrirt wird. 1 Theil Brom führt 0,19583 Theile Phenol in Tribromphenol über.

β. **Naphtalin, Steinkohlentheerkampher** — Seite 267 —.

Das Naphtalin ist wegen seiner Verwendung in der Farbenindustrie etc. und als **Albocarbon** zum Carburiren von Leuchtgas ein sehr wichtiger Handelsartikel geworden.

Zu seiner Darstellung ist schon bei der ersten Destillation des Theeres Rücksicht zu nehmen, ehe eine Zersetzung des Pechs eintritt, weil eine Menge von Anthracen mit übergehen würde, welches vom Naphtalin nicht zu trennen ist.

Das Hauptmaterial für die Naphtalingewinnung ist das von der Darstellung des Phenolnatrium zurückbleibende Oel und die ersten Destillate des Kreosotöl — Seite 742 —. Das erstgenannte Oel wird in einer Leichtölblase — Seite 746 — einer Destillation unterworfen. Die ersten übergehenden Theile erstarren beim Erkalten noch nicht und werden erst die Theile besonders aufgefangen, welche beim Auffallen auf einen kalten Gegenstand erstarren. Die Destillation wird dann so lange fortgesetzt, bis endlich nichts mehr übergeht. Während der ganzen Dauer der Destillation ist das Kühlrohr in fast siedend heissem Wasser zu halten, um eine Verstopfung durch erstarrendes Naphtalin zu verhüten. Das Kreosotöl, welches später berücksichtigt wird, wird bis zu dem Punkte destillirt, wo eine Probe des Oeles beim Auffallen auf einen kalten Gegenstand keine Krystalle mehr ausscheidet, also das umgekehrte Verhalten des ersteren Oeles.

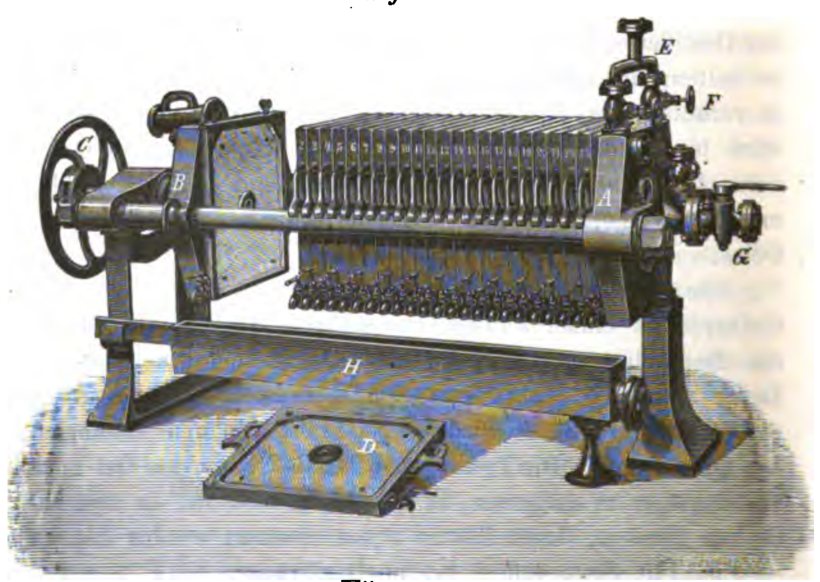
Die so erhaltenen Naphtalinöle bleiben in grossen eisernen Gefässen an einem kühlen Orte mehrere Tage stehen, damit das Naphtalin so vollständig als möglich herauskrystallisirt. Durch Absaugen, Ausschleudern oder Pressen in Filterpressen — Fig. 208 a. f. S. — wird das Naphtalin von dem anhängenden Oele befreit. Die Presskuchen werden dann, um Oel noch vollständiger zu entfernen, in Tücher gehüllt und in hydraulischen Pressen, deren Platten etwas erwärmt werden können — Fig. 140, Seite 623 — nochmals gepresst.

Zur weiteren Reinigung wurde früher das erhaltene Naphtalin in heissem Alcohol gelöst und durch Umkrystallisiren gereinigt, eine Manipulation, welche sehr theuer war; oder die abgepresste Masse wurde mit dem doppelten Volumen Quarzsand der Sublimation unterworfen. In letzterem Falle kam die Masse in einem Kasten in keine höhere Schicht als 10 Cm. zu liegen und wurde auf den Kasten ein passender offener Kasten umgekehrt gestellt und der eiserne Kasten mittelst Dampf erhitzt. Der Siedepunkt des Wassers reicht hin, um das Naphtalin vollständig zu sublimiren.

Die jetzt gebräuchliche Reinigung entspricht der des Benzols, d. h. es wird die abgepresste Naphtalinmasse erst mit

Natronlauge, dann mit Schwefelsäure behandelt. — Bei besseren Sorten Rohnaphtalin kann die Natronlaugenbehandlung fortfallen. — Die Naphtalinmasse färbt sich beim Liegen an der Luft sehr schnell roth, was auf einer Oxydation von Phenolresten zu Rosolsäure und von Brandharzen beruht und muss deshalb so schnell wie möglich der chemischen Waschung unterworfen werden. Zu dem Zwecke kommt die Naphtalin-

Fig. 208.



Filterpresse.

A Presskopf. *B* Pressplatte. *C* Kurbel. *D* Pressplatten. *E* Dampfrohr. *F* Stellschraube. *G* Hahn. *H* Trog.

masse wieder in einen Rührapparat mit Rührwerk, und wird mittelst einer Dampfschlange geschmolzen — Schmelzpunkt des Naphtalin 79° C. —, dann wird Natronlauge von 1,20—1,30 specifischem Gewicht zugemischt und das Gemisch längere Zeit gerührt und später der Ruhe überlassen. Die sich unten ansammelnde Lauge wird abgezogen, und das Naphtalin noch ein- oder zweimal mit Lauge im Rührapparat behandelt und später mehrmals mit heissem Wasser gewaschen, welches aber über dem Naphtalin stehen bleibt.

Die von den Phenolen befreite Naphtalinmasse wird darauf in ausgebleiten hölzernen Kästen oder gusseisernen Cylindern mit Rührwerk und Dampfheizung mit 10 % Schwefelsäure von 60° B. gut durchgearbeitet, die Säure dann abgelassen, mit Wasser gewaschen und zuletzt noch mit schwacher Natronlauge kurze Zeit auf 100° C. erwärmt. Bei all diesen Manipulationen sind die sublimirenden Naphtalintheile sehr lästig.

Das so gereinigte Naphtalin wird nun noch einer Sublimation unterworfen und zwar in flachen eisernen Pfannen etwa 3 Meter lang, 2 Meter breit und 1 Meter tief; auf dem Boden der Pfanne liegt eine Schlange für gespannten Dampf und bedeckt ist die Pfanne mit einem schief aufsteigenden hölzernen Deckel, der mit einer dicht an der Pfanne angebrachten Holzkammer von 5 Meter Länge, 3 Meter Breite und 1,5 Meter Höhe in Verbindung steht, so dass beim mässigen Erhitzen die Naphtalindämpfe in die Kammer treten können; die Temperatur muss so geregelt werden, dass keine Destillation eintritt. In dem oben erwähnten Deckel ist eine Klappe angebracht, welche als Sicherheitsventil dient. Nach 24 Stunden oder einigen Tagen werden die in der Kammer sich ansammelnden Naphtalinschuppen durch eine Eingangsthür entfernt.

Weil grössere Mengen Naphtalin zu bewältigen sind, ist die Destillation des Naphtalin der Sublimation vorzuziehen; die dazu anzuwendenden Destillirblasen sind flache schmiedeeiserne Blasen, versehen mit Mannloch, Sicherheitsventil, Thermometer, von 1000—1200 Kilogramm Inhalt, welche mit directem Feuer geheizt werden. Zuerst geht noch etwas Wasser und kleine Mengen leichter Oele mit dem Naphtalin über, ist jedoch die Temperatur in der Blase auf 210° C. gestiegen, so wird die Vorlage gewechselt und geht von da ab die Destillation schnell und gut von Statten, es destillirt dabei das Naphtalin in einem starken Strahle über, so dass in 20 Minuten bequem 50 Kilogr. Naphtalin in schalenartigen eisernen Vorlagen zu erhalten sind. Zur Condensation dienen die eisernen Schlangen, wie zur Theerdestillation — Seite 736, Fig. 194 —, jedoch darf das Wasser im Bottich niemals unter 80° C. sinken, damit keine Naphtalinerstarrung eintritt, welche zur Explosion Veranlassung geben

kann. Das zwischen 210 bis höchstens 235° C. übergehende wird als reines Naphtalin aufgefangen, dann wird die Vorlage gewechselt, weil über 235° C. ein gelbes, öliges und schmieriges Product, wahrscheinlich „Methylnaphtalin", übergeht. Die Destillation wird aber zu Ende geführt und wird das unreine Naphtalin wieder mit dem Schweröle resp. Pressgute verarbeitet.

Nach diesem Vohl'schen Verfahren lassen sich bequem, inclusive Pressen, in 24 Stunden 1000—1200 Kilogramm Naphtalin reinigen.

Das reine Naphtalin kommt entweder in zerbrochenen Stücken oder ähnlich dem Stangenschwefel in den Handel. Die Stücke sind die zerbrochenen Kuchen aus den Vorlagen; zu letzterer Form wird das Naphtalin nochmals geschmolzen und in conische Cylinder von Metall oder angefeuchtetem Holze gegossen, worin es sehr bald erstarrt und durch ein sehr starkes Zusammenziehen sich leicht von den Wandungen ablöst. Die dünnere Stangenform stellt das **Albo-Carbon** dar und dient zum Carburiren des Leuchtgases — Albo-Carbon-Light —.

Das Naphtalin des Handels zeigt den normalen, nicht unangenehmen Geruch, schmilzt nicht über und nicht wesentlich unter 76—79° C.; verflüchtigt sich in einer offenen Schale beim Erhitzen ohne Verkohlung, bleibt beim Aufbewahren weiss und giebt beim Reiben zwischen Fliesspapier an dasselbe nichts ab, während dies bei Gegenwart von Theerölen der Fall wäre. Ein brenzliche Producte, Phenole und Chinolinbasen, enthaltendes Naphtalin hat einen unangenehmen Geruch, niederen Schmelzpunkt und hinterlässt beim Erhitzen oft eine Verkohlung.

Um eine Naphtalinprobe auf seine Reinheit, insbesondere auf den Gehalt an Phenolen zu prüfen, werden 1—2 Grm. derselben mit circa 30 Ccm. verdünnter Natronlauge gekocht. Nach dem Erkalten wird das erstarrte Naphtalin abfiltrirt und das Filtrat erst mit Salzsäure, dann mit Bromwasser zersetzt.

Bei Gegenwart von Phenol wird nach der Menge desselben eine Trübung oder ein Niederschlag von Tribromphenol eintreten.

---

4. Verarbeitung des Kreosotöles.

Das **Kreosotöl** — S. 742 und 773 —, jetzt meist Schweröl genannt, bildet also das Zwischenglied zwischen dem hauptsächlich Carbolsäure und Naphtalin liefernden Theile und dem Anthracenöl und ist die von 240 bis circa 300° C. übergehende Fraction.

Das frisch destillirte Oel zeigt eine hellgrüne Farbe und starke Fluorescenz — Seite 396 —, welche durch die Einwirkung von Luft und Licht noch zunimmt, bei längerem Stehen wird das Oel dunkler und zwar flaschengrün bei auffallendem und dunkelroth bei durchgehendem Lichte. Der Geruch ist ein eigenartiger unangenehmer. Das Oel hat ein specifisches Gewicht von 1,070, fühlt sich ölig an; es wirkt aber durch seinen Säuregehalt ätzend auf die Haut und sind darin die meisten der in der Tabelle — Seite 153 und 154 — angeführten Körper enthalten.

Zu diesem Oel wird aber noch gegossen alles, was bei der Verarbeitung auf Phenol, Naphtalin, Anthracen in Abgang kommt, und dienen zur Aufbewahrung des Oeles grosse eiserne Cylinder, welche nicht zugedeckt werden, weil das Oel nicht flüchtig und bietet auch hereinströmendes Regenwasser, weil oben schwimmend, Schutz; das Oel wird beim Gebrauch von unten abgezogen.

Aus dem reinen Kreosotöle wird in sehr wenigen Fabriken durch längeres Stehenlassen in der Kälte noch Naphtalin abgeschieden und dieses durch Durchseihen getrennt; dann wird das Oel noch einer Destillation unterworfen und das Destillat nur so lange aufgefangen, als sich noch beim Erkalten auf einer kalten Platte Krystalle abscheiden. Dann wird mit der Destillation aufgehört und das Oel als „Kreosotöl“ in den Handel gebracht.

Das in der Kälte abgeschiedene Naphtalin und das noch durch die Destillation erhaltene wird mit dem aus dem Carbolöl gewonnenen Naphtalin zusammengebracht und zusammen verarbeitet — Seite 773 —. Die Verarbeitung des reinen Kreosotöles auf die darin enthaltenen noch werthvollen Substanzen

deckt nicht die Kosten für Brennmaterial, Arbeitslohn und Abnutzung der Apparate, selbst kaum einmal wenn die oben erwähnten Abgänge destillirt werden. Bei etwaiger Destillation werden die Theerblasen benutzt und fractionirt destillirt. Zuerst geht sehr wenig Leichtöl, dann etwas Carbolöl, zuletzt etwas breiiges Anthracenöl über, die Mittelfraction ist die grösste und kann nur wie das rohe Kreosotöl benutzt werden, d. h. als Schmieröl, zum Imprägniren, zum Carburiren von Leuchtgas, zum Verbrennen für Heizzwecke und zur Russdarstellung etc. Ebenso wenig lohnt es sich, das rohe Kreosotöl mit Schwefelsäure und Natronlauge zu reinigen, dabei bilden sich mit der Säure eine Menge Sulfosäuren, welche mit den Basen in Lösung gehen und von den letzteren hat nur das Anilin einen Werth, dieses wird aber wiederum bedeutend billiger und einfacher aus dem Benzol dargestellt.

---

5. Verarbeitung der Anthracenöle.

Das **Anthracenöl** — green grease, graisse verte, anthracine oil — Seite 272 und 742 — stellt also die über 300° C. destillirende, später braun und grün fluorescirende, fest werdende Masse dar und besteht im Wesentlichsten aus den festen Kohlenwasserstoffen wie: Anthracen, Phenanthren, Acenaphten, Diphenyl, Methylanthracen, Pyren, Chrysen, Fluoren, Fluoranthen, Chrysogen, Picen, Paraffin, dem stickstoffhaltigen Carbazol, Acridin und dem flüssigen Methylnaphtalin, ferner hochsiedenden Oelen, deren Eigenschaften noch wenig bekannt sind.

Die erste Verarbeitung beruht auf der Trennung der festen und flüssigen Bestandtheile und geschieht dieselbe, nachdem die Masse mehrere Tage an einem kühlen Orte zur besseren Abscheidung der festen Kohlenwasserstoffe gestanden hat, mittelst einer Filterpresse oder Centrifuge, wobei die flüssigen Theile entfernt werden; darauf wird die feste Masse erst kalt, dann in einer zu erwärmenden hydraulischen Presse — Seite 623, Fig. 140 — warm gepresst. Es soll, die rückständige Masse — **Rohanthracen** — trocken, leicht zu zerreiben und zu sieben sein.

In den grossen englischen Theerdestillerien bedient man sich nach Auerbach eines anderen, im Princip mit den Filterpressen übereinstimmenden Filtrirapparates. Derselbe ist äusserst einfach construirt und gestattet grössere Mengen Rohanthracen in kurzer Zeit als ziemlich trockene Waare zu erhalten.

Dieser Apparat besteht aus einer Pumpe, welche einerseits mit dem Sammelreservoir für die flüssigen Oele in Verbindung steht, andererseits mit einem Systeme von Röhren verbunden ist, durch welche die Oele in Schläuche gepresst werden. Diese Schläuche von 1 1/3—1 2/3 Meter Länge und 1/3 Meter Durchmesser, aus starker Leinwand gefertigt, werden mit dem einen Ende durch Bindfäden an die Oeffnungen der Rohre befestigt, der untere Theil der Schläuche wird ebenfalls mittelst Bindfäden fest zugeschnürt. Man hängt die Schläuche über einem Reservoir auf, in welches die abfliessenden Oele gelangen und über welchem sich zweckmässig ein Schienengeleis für Wagen befindet, welche den Inhalt der Schläuche aufnehmen sollen. Es werden dann die Schläuche mit Hülfe der Pumpe gefüllt und schliesslich ein Druck von einer Atmosphäre gegeben. Die Oele fliessen in das Reservoir, das Rohanthracen bleibt zurück und wird nach dem Entfernen der Bindfäden in die Wagen geschüttet.

Die beim Filtriren, Pressen etc. abgelaufenen Oele werden einer neuen Destillation unterworfen und ist zu vermeiden, dass die Temperatur über 380° C. steigt, da dann auch schon wieder Zersetzungen der Kohlenwasserstoffe beginnen. Das Destillat wird wie vorhergehend auf Anthracen verarbeitet, das zum zweiten Male ablaufende Oel wird zum Schweröl = Kreosotöl gegossen.

Das Rohanthracen, wie es aus der Presse etc. kommt, wird dann mit nicht über 100° C. siedenden Kohlenwasserstoffen, wie Steinkohlentheernaphta oder Petroleumäther, gewaschen, um die flüssigen Oele, Phenol etc. zu entfernen. Perkin zieht letzteren vor, weil er weniger Anthracen löst und dabei doch die Verunreinigungen genügend entfernt. — Siehe Löslichkeit des Anthracen — Seite 780. —

Die höher siedenden Kohlenwasserstoffe erhöhen die Löslichkeit des Anthracen. Das so gewaschene Anthracen wird

Löslichkeit des Anthracen etc. in Petroleumäther und Benzol.

Es löst sich in:	**Petroleumäther** Siedep. 70—100° C.	**Benzol** Siedep. 80—100° C.
Anthracen	0,115 %	0,976 %
Phenanthren	3,206 „	21,94 „
Carbazol	0,016 „	0,51 „
Dichloranthracen	0,137 „	0,52 „
Anthrachinon	0,013 „	0,166 „

abgeschleudert und endlich im Wasserbade getrocknet und gerieben als Rohanthracen in den Handel gebracht; oder es wird noch einer Sublimation im Luftstrom oder mit überhitztem Wasserdampf unterworfen und stellt dann eine lockere, schneeartige, hellgelbe Masse von 60—90 % Reingehalt dar, in welchem Zustande es auf **Anthrachinon** und **Alizarin** verarbeitet wird. Die Ausbeute an Reinanthracen aus dem Theer übersteigt selten 0,25 bis 0,30 %; und wird der Gehalt des Rohanthracen an reinem Anthracen durch Ueberführen des ersteren in Antrachinon mit rothem chromsauren Kalium und Schwefelsäure und Wägen des Anthrachinon festgestellt. Auf diese oder andere Methoden der Anthracenbestimmung einzugehen, liegt ebenso ausserhalb des Rahmens dieses Werkes, wie etwaige Angaben über die Reindarstellung des Anthracen — Seite 272 —, dieselbe wird selten von den Theerdestillateuren ausgeführt, sondern von eigenen Anthracenraffinerien oder in den Alizarinfabriken.

Nach Lunge werden in Deutschland jährlich circa 1400 Tonnen Reinanthracen von den Alizarinfabikanten verbraucht, hiervon liefern die deutschen Theerdestillationen ungefähr 200 Tonnen, der Rest kommt wesentlich aus England.

Als Beispiel für die Ausbeute an allen wichtigen Bestandtheilen des Steinkohlentheeres — Seite 151 — sei eine Angabe von J. Rüttgers in Erkner bei Cöpenik über die Bestandtheile des in den Berliner städtischen Gasanstalten gewonnenen Theeres angeführt. Diese Gaswerke vergasten im Betriebsjahr 1878/79 circa 216000 Tonnen Kohlen und zwar:

142 000	Tonnen	Oberschlesische	Steinkohlen
52 000	„	Niederschlesische	„
21 500	„	Westphälische	„

Die Ausbeute betrug an Theer im Durchschnitt 4,8 % und werden durchschnittlich gewonnen:

1.	Benzol und Toluol für Anilin	0,80	Kilogr.
2.	Uebrige wasserhelle Oele	0,60	„
3.	Krystallisirte Carbolsäure	0,20	„
4.	Kresol etc. zur Desinfection	0,30	„
5.	Naphtalin	3,70	„
6.	Anthracen (rein)	0,20	„
7.	Schweres Oel zur Holzimprägnirung	24,00	„
8.	Steinkohlenpech zu Asphalt und Briquetts	55,00	„
9.	Wasser und Verlust	15,20	„
		100,00	Kilogr.

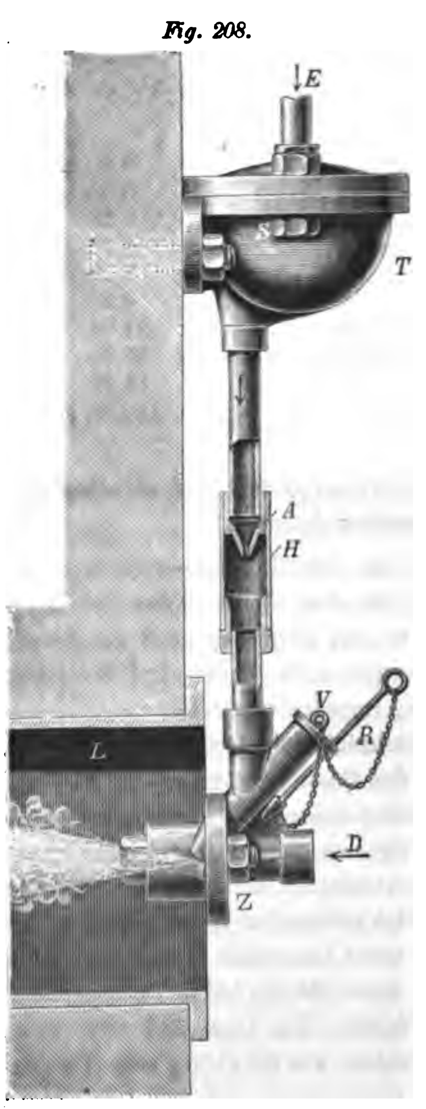
6. Verwerthung des Steinkohlentheeres und der verschiedenen Steinkohlentheerproducte.

Ueber die Verwendung des Steinkohlentheeres und der Steinkohlentheerproducte ist in dem Vorhergehenden schon vielfach die Rede gewesen, es soll aber hier noch auf Einzelheiten näher eingegangen werden, z. B. Theer- und Schweröl-verbrennung, Russfabrikation, Imprägnirung etc.

Theer und Kreosotöl als Heizmaterial. Bei niedrigen Theerpreisen ist die Verbrennung des Gastheeres unter den Retorten häufig die günstigste Ausnutzung desselben; ebenso wenn Gasanstalten fern von Theerdestillerien oder Dachpappenfabriken liegen, so dass sich der Theertransport nicht lohnt. Die Verbrennung muss aber in wirklich rationeller Weise erfolgen, der Theer muss vollständig und unter Entwicklung einer möglichst weissen Flamme verbrennen, ferner dürfen keine Theerpartikelchen unverbrannt zu Boden fallen. Zur Herbeiführung dieser Bedingungen eignet sich besonders der Körting'sche Theerzerstäuber — Fig. 208 —.

Der Zerstäuber ist ganz aus Eisen hergestellt und besteht im Wesentlichen aus einem Rohre, aus welchem der von oben eintretende Theer in dünner Schicht vorn ausfliesst und hier durch einen im entsprechenden Winkel darauf stossenden Dampfstrahl in Atome zertheilt und mit atmosphärischer Luft ge-

Fig. 208.



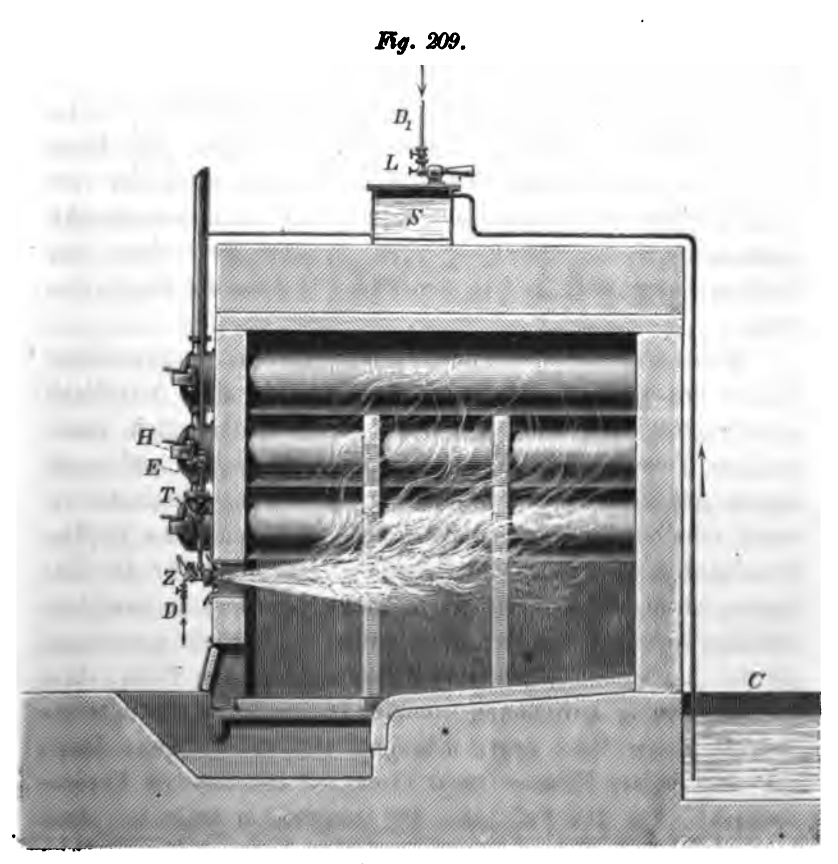
Dampfstrahl-Theerzerstäuber.

A Theerzuflussdüse. *D* Dampfeintritt. *E* Theerzuführungsrohr. *H* Hülse. *L* Luftdüse. *M* Luftschieber. *R* Reinigungsnadel. *T* Siebtopf. *V* Reinigungsdeckel. *Z* Zerstäuber.

mengt, in den Verbrennungsraum geführt wird. Die Art der Dampfausströmung ist eine ganz eigenthümliche und bewirkt, dass nicht eine Spur von Theer herunterfallen kann. Die Regulirung des Theerzuflusses geschieht durch eine Zuflussdüse *A*, welche je nach Bedarf mehr oder weniger weit aufgebohrt wird. Durch den Siebtopf *T* und das leicht herauszunehmende Sieb *S* werden alle Unreinigkeiten zurückgehalten, so dass eine Verstopfung der Düse *A* nur unter besonderen Umständen, vielleicht nach längerer Betriebspause, eintreten kann; um aber auch in solch seltenem Falle dieselbe reinigen zu können, ohne den Apparat demontiren zu müssen, wird die Hülse *H* einfach hinaufgeschoben und die Düse *A* mit einer Nadel von unten gereinigt und eventuell behufs Reinigung des darüber liegenden Rohres ganz hinaufgeschraubt. Der eigentliche Zerstäuber *Z* kann

während des Betriebes nach Wegnahme des Deckels V vermittels der Nadel R momentan gereinigt werden, falls dort eine Verstopfung eintreten sollte, die sich ja durch völliges Er-

Fig. 209.



Retortenofen mit Theerheizung.

C Theerbassin. D Dampfhahn. D_1 Dampfrohr. E Theerzuführung. H Hülse. L Luftsaugeapparat zum Füllen des Theerkastens. S Theerkasten. T Siebtopf. Z Zerstäuber.

löschen oder geringere Stärke der Flamme dem Auge sofort kundgiebt.

Der Zerstäuber Z wird vermittelst einer kurzen Düse in einer in die Ofenmauer gebrochenen Oeffnung angebracht; der Dampfstrahl saugt, wie oben erwähnt, die Verbrennungs-

luft durch diese Luftdüse mit grosser Energie an und hierdurch wird die vorzügliche Verbrennung wesentlich mit erzielt. Die Regulirung der Verbrennung erfolgt durch das Dampfrohr *D* und die seitlich des Zerstäubers angebrachten Schieber, welche so eingestellt werden, dass gerade soviel Luft eintritt, um die Verbrennung ganz rauchfrei herzustellen.

Der Theerbehälter *S* wird auf den Retortenofen — Fig. 209 — gesetzt, damit der Theer immer erwärmt und dünnflüssig ist. Die Füllung dieser Theerbehälter geschieht vermittelst einer Handpumpe oder vermittelst eines Dampfstrahl-Luftsaugapparates, durch welchen in dem Reservoire eine Luftleere hergestellt und so der Theer in dasselbe eingesogen wird.

Wesentlich bei der Theerfeuerung ist ein continuirlicher Zufluss des Theeres, damit die Verbrennung nicht periodisch unterbrochen wird, und ist es dann am vortheilhaftesten, einen zweiten Theerbehälter *S* auf den Ofen zu stellen und auch diesen mit dem Theerzerstäuber zu verbinden. Beide Reservoire erhalten eine gesonderte Rohrleitung von etwa 25 Mm. Durchmesser, bis nahe zum Zerstäuber und dicht vor der Zuflussregulirungsdüse einen Absperrhahn, so dass je nachdem die eine oder die andere Rohrleitung in Betrieb genommen werden kann. Die Zerstäuber selbst sind in dem Falle, dass solche Oefen in Anwendung kommen, bei welchen die unterste Retorte in der Mitte liegt, möglichst tief anzubringen, damit die sehr heisse Flamme nicht direct auf die unterste Retorte einwirkt. Für den Fall, dass der Ofen so construirt ist, dass an beiden Seiten Retorten liegen und über diesen beiden Reihen in der Mitte sich eine fünfte oder siebente Retorte befindet, so kann der Zerstäuber in gewöhnlicher Höhe der Feuerung angebracht werden.

In gleicher Weise kann das **Kreosotöl** etc. zum Heizen der Theerdestillirblase genommen werden.

Theer, Kreosotöl, Pech zur Russgewinnung. Lampenschwarz. Die Russfabrikation beruht auf einer unvollständigen Verbrennung kohlenstoffreicher Kohlenwasserstoffverbindungen, wie Theere und Theeröle, oder sauerstoffarmer Substanzen, wie

Harze und zwar wird durch den zugeführten Sauerstoff zuerst der Verbindung der Wasserstoff entzogen und der freigewordene Kohlenstoff — Russ — scheidet sich in Flocken ab. Sauerstoffreiche organische Substanzen geben deshalb keinen Russ, weil der bei deren Verbrennung entstehende Wasserdampf sich den gleichzeitig entstehenden brennbaren Gasen oder Dämpfen beimengt, diese verdünnt, den Kohlenstoff im Volumen also vermindert.

Die Güte des Russes hängt hauptsächlich von dem Materiale und dem Grade der Verbrennung ab; ein stärkerer Luftzug giebt weniger, aber feineren Russ, desgleichen eine weniger russende Flamme, während bei harzreichem Materiale und somit stark russender Flamme der Russ reichlicher und gröber, aber weniger schwarz erfolgt. Wasserstoffreiche Stoffe, welche den Kohlenstoff in grösserer Menge hinwegführen — Harze, Oele, Campher — und wenig feste Kohle hinterlassen, geben mehr Russ als wasserstoffarme, die viel Kohle hinterlassen, wie die Backkohle, die auch zeitweise zur Russbereitung genommen wird.

Der feinste und reinste Russ zur Tuschebereitung wird durch Verbrennen fetter Oele, Terpentinöl oder Harzöl gewonnen, in deren Flamme kalte Metallplatten eingehängt werden.

Die Fabrikation des Russes aus Theer, Theerölen etc. ist überhaupt eine sehr einfache. Man lässt den Theer oder das Theeröl, welche je nach der Natur vorher erwärmt werden können, in einem abgeschlossenen Raume verbrennen und leitet die Gase in einen grossen Condensationsraum, der nur eine Kammer aus Mauerwerk darstellt. In dieser Kammer kann ein Schirm von Eisenblech — Haube —, welcher während der Verbrennung des in Russ umzuwandelnden Materials die Decke der Kammer bildet, nach beendigter Operation herabgelassen werden, wobei er mit seinen scharfen Rändern den an den Wänden abgesetzten Russ herunterkratzt.

An Stelle der einen Kammer wird jetzt auch meistens ein System von Kammern angewendet, an welches sich noch grosse cylindrische Säcke reihen, deren letzter mit einer Esse in Verbindung ist. Es scheidet sich dabei in der ersten Kam-

mer, d. h. der dem Feuer zunächst liegenden Kammer, der am meisten mit brenzlichen Stoffen verunreinigte, also schlechtere Theer ab, während sich in den weiteren Kammern immer bessere Sorten und in den Säcken die feinsten Sorten absetzen. Auf diese Weise werden also gleich die verschiedenen Sorten hergestellt. Da der frisch bereitete Russ sehr zur Selbstentzündung neigt, so müssen vor dem Entleeren der Kammern dieselben vollständig erkaltet sein.

Sehr gute Producte werden nach Martin & Grafton durch Verbrennen des Theeres oder Kreosotöles in Lampen gewonnen und zwar in der Weise, dass der Theer in einer über einer Feuerung liegenden horizontalen Röhre erhitzt wird, welche seitlich eine Anzahl aufwärts gebogener Rohre zur Aufnahme von Dillen enthält. Diese werden mit Dochten versehen, in denen sich der heisse Theer aufsaugt und beim Anzünden mit stark russender Flamme verbrennt. Ueber jedem Docht befindet sich ein trichterförmiges Hütchen, aus welchem der Russ durch ein Rohr in eine für alle Brenner gemeinschaftliche horizontale Röhre tritt; diese steht noch mit zwei ähnlichen horizontalen Röhren und dazwischen gelegten Kasten in Verbindung, in welchen sich nach und nach immer feinere Russtheile absetzen. Aus dem letzten Kasten führt eine Röhre in ein System von 0,95 Meter Weite und 5,65 Meter Höhe, die abwechselnd oben und unten durch weite Röhren verbunden sind. In diesen setzt sich der feinste Russ ab, welcher alle 2—3 Tage abgeklopft und aus den Beuteln entfernt wird. Die Dochte müssen öfters nachgesehen und die erhitzte cylindrische Röhre alle 4—5 Tage gleichzeitig mit den Brennern gereinigt werden. Steinkohlentheeröl braucht vorher nicht erhitzt zu werden, sondern wird direct von den Dochten aufgesaugt.

Um den Russ von den empyreumatischen Stoffen zu befreien, wird er noch in Cylindern von Eisenblech ausgeglüht, welche, bis auf eine kleine Oeffnung geschlossen, in gusseiserne Retorten geschoben und dann erhitzt werden. Der so ausgeglühte calcinirte, gebrannte Russ — noir de fumée calciné; burnt black — dient besonders für Tuschefabrikation und lithographische Arbeiten.

Kreosotöl zur Imprägnirung. Die Kreosotöle, welche die Hauptmenge der Theerdestillate ausmachen, sind zuerst von Bethell 1838 zur Imprägnation von Bahnschwellen unter Hochdruck verwendet worden und gründet sich jetzt darauf eine bedeutende Industrie, welche den grössten Theil des Schweröles absorbirt. Das Kreosotöl besitzt desinficirende und conservirende Eigenschaften, welche es den Homologen des Phenols verdankt; da aber die Carbolsäure das wirksamste Princip ist, so müssen die beim Imprägniren zur Verwendung kommenden Kreosotöle noch eine bestimmte Menge davon enthalten und wird in den verschiedenen Ländern der Gehalt festgesetzt.

Das Bethell'sche Verfahren ist jetzt noch ganz allgemein in Europa in Anwendung. Das vollkommen lufttrockene Holz wird auf eisernen Wagengestellen in sehr starke, liegende, schmiedeeiserne Cylinder von etwa 20 Meter Länge und 2 Meter Durchmesser (die Blechstärke ist so gewählt, dass der Cylinder einen Druck von 14—16 Kilogr. pro Quadratcentimeter aushält) eingeführt, deren Stirnwand darauf durch einen Deckel fest verschlossen wird. Häufig geschieht es auch, dass über das Holz im sogenannten Präparirkessel, um es sicher ganz trocken zu machen, der Rauch der Dampfkesselfeuerung geführt wird, ehe der Deckel aufkommt. Darauf wird, was zuerst von Bréant angegeben wurde, mittelst Luftpumpe die Luft aus dem Cylinder gepumpt, damit die Holzporen geöffnet werden und ist dieses in hinreichendem Grade geschehen, wird aus einem Reservoir das auf 50° C. erwärmte Theeröl eingelassen. Das Kreosotöl steigt sofort in den luftverdünnten Raum ein und dringt in die Poren des Holzes tief hinein, während sonst die in denselben enthaltene Luft dem Eindringen des Oeles hartnäckigen Widerstand entgegensetzen würde. Wenn nichts mehr nachsteigt, wird eine Druckpumpe in Gang gesetzt, durch welche noch mehr Oel in den Cylinder nachgepresst wird, bis ein Druck von 10—12 Atmosphären erreicht ist, welcher mehrere Stunden andauern muss.

Das Holz nimmt dabei pro Cubikmeter durchschnittlich 150 Liter Kreosotöl auf und wird etwa 1,25 Cm. tief in das Holz getrieben, eine Tiefe, die für das mittlere Klima hin-

reichend ist. In südlichen Ländern, wie Indien, wo Holzwerk von den Termiten — weissen Ameisen — zerstört wird, müssen die Hölzer bis 2,5 Cm. tief imprägnirt werden und wird dieses durch entsprechend höheren Druck erreicht. Um den mit Oel gefüllten Präparirkessel zu entleeren, wird der Hahn des Rohres, welches zum Oelbassin führt, geöffnet und der vorhandene Druck drückt das überschüssige Oel in das Bassin zurück. Es wird dann noch ein Lufthahn geöffnet, der Deckel abgenommen und der Inhalt abgefahren.

Für gewöhnlich wird in Amerika ein ganz anderes Imprägnirungsverfahren benutzt, welches aber dem europäischen in der Wirkung bedeutend nachsteht. Zu diesem Verfahren kann das Holz im grünen Zustande benutzt werden, es wird dann in grossen eisernen Cylindern mit dem Theeröle längere Zeit auf 100—110° C. erhitzt, so dass das im Holze enthaltene Wasser verdampft. Darauf wird kaltes Oel in den Cylinder gelassen und es dringt das schon darin befindliche heisse Oel in die bei der Abkühlung entstehenden luftverdünnten Porenräume des Holzes ein.

Rüttgers in Erkner benutzt zur Holzimprägnirung eine Chlorzinklauge von 3° B. mit Carbolsäure und Kreosotöl. Das im Vacuum befindliche Holz saugt begierig das Gemisch auf, hierbei dringt das Chlorzink in das Innere des Holzes ein, während das Theeröl in den äusseren Theilen sich ablagert und eine schützende Hülle bildet.

B) Braunkohlen-, Boghead- und Cannelkohlentheerdestillation und Reinigung der Braunkohlen-, Boghead- und Cannelkohlentheerproducte: Photogen, Solaröl, Paraffin etc.

Vor der Destillation muss der Braunkohlentheer etc. erst entwässert werden und finden sich darüber die nöthigen Angaben Seite 730. Die Verarbeitung geschieht heute noch nach 3 Methoden und zwar:

1. Destillation des Theeres, Reinigung der gewonnenen Paraffinmassen mittelst Natron und Schwefelsäure oder nur durch letztere und nochmalige Destillation derselben.

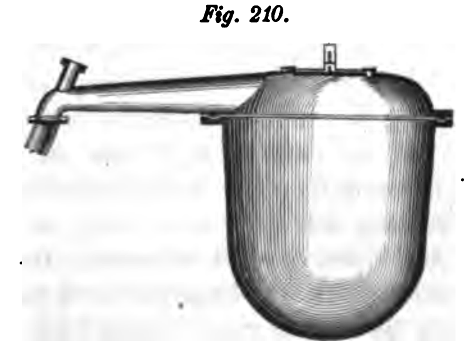
2. Behandlung des Theeres mit Schwefelsäure, Waschen mit Wasser und Rectification über Kalkhydrat.

3. Einmalige Destillation des Theeres über 1/4 % Kalkhydrat, Behandlung des als Paraffinmasse übergehenden Destillatantheiles mit Schwefelsäure.

Die erste Methode ist die älteste, sie hat den Nachtheil des Paraffinverlustes in Folge Zersetzung bei der Destillation; ist aber insofern die sicherste, als es möglich ist, durch sie aus jedem Theere und auf leichteste Weise ein feines Paraffin herzustellen; es resultiren dabei 12—14 % fertiges Paraffin.

Die zweite Methode eignet sich in der Hauptsache für so-

Fig. 210.



Theerblase.

genannte leichte Theere, und ist es gleichgültig, ob diese aus Vertical- oder Horizontalretorten gewonnen sind; für schwere Theere aus Horizontalretorten eignet sich indess die Methode nicht, weil die gesäuerten schweren und harzreichen Retortentheere sich weder über Kalk, noch Natron, noch Natronkalk destilliren lassen, ohne wiederholt überzugehen. Bei leichten Theeren werden 14—15 % fertiges Paraffin gewonnen.

Die dritte Methode ist bei aufmerksamer Arbeit die vortheilhafteste und liefert 16 % Paraffin und darüber. Der Kalk bindet den im Theer enthaltenen Schwefel und wirkt zersetzend auf die harzartigen Körper ein. Die Destillation geschieht aus eisernen Retorten für 1000—1500 Kilo Inhalt — Fig. 210 —, bei nicht vollkommener Füllung.

1. Gang der Destillation.

Hierzu Tafel 3: Theerdestillations-Anlage. *A* Destillirblasen. *B* Feuerung. *C* Helmrohr. *D* Bleirohrschlange. *E* Kühlfass.

8—10 solcher Blasen sind zu einer Destillationsanlage, wie auf Tafel 3 veranschaulicht, vereinigt. Die Feuerung *B* geschieht von dem Planroste derart, dass das Feuer entweder die freihängende Blase bis ungefähr zur Hälfte umspielt, oder aber es vertheilt sich in zwei Zügen um dieselbe und wird dann zweckmässig der obere Zug abstellbar eingerichtet, damit die Blase, wenn sie zur Hälfte abgetrieben ist, nur Bodenfeuerung bekommt. Die Oeldämpfe, welche aus dem Theer aufsteigen, besitzen ein hohes specifisches Gewicht und bilden daher eine unter gleichen Umständen schwerere Atmosphäre über dem Flüssigkeitsspiegel, als Wasserdampf oder Luft thun würden; bei ihrer geringen latenten Wärme und hohem Siedepunkte können sie nur eine kurze Strecke auf ihrem Wege aus der Flüssigkeit zum Helmrohr unverdichtet bleiben und ist es daher zweckmässig, den Helm sehr niedrig zu machen und äusserlich mit Asche und Sand zu bedecken. Die übergehenden Dämpfe gehen durch das Helmrohr *C* in ein schlangenförmig gebogenes Bleirohr *D* von 35 Meter Länge, welches in dem Kühlfasse *E* liegt und müssen die Kühlwässer auf einer der Natur des Destillates entsprechenden Wärme erhalten werden. Diese darf bei paraffinhaltigen Producten nicht unter 30° C. betragen, muss mit fortschreitender Destillation steigen und darf im letzten Drittel nicht unter 70° C. sein, weil sonst die Paraffin und zuletzt Chrysen und Pyren haltenden Oele erstarren und Verstopfung veranlassen. Beim Austritt des Schlangenrohres aus dem Kühlfasse ist es zweckmässig, eine Vorrichtung anzubringen, um die nicht condensirten, übelriechenden und Augenentzündungen hervorrufenden Gase aus dem Arbeitsraume zu entfernen. Dieselbe besteht entweder aus einem U-förmigen Rohre — Fig. 110, Seite 562 — oder sonstigem Apparate, der die Ausströmung der Gase durch Absperrung mittelst Oeles verhindert und durch ein passend angebrachtes Rohr dieselben ins Freie leitet.

Nachdem die Blase gehörig vorgerichtet, beginnt das Anfeuern der Blase. Man lernt sehr bald, wie lange das Anfeuern jeder Blase dauert und wenn man den Anfang der Destillation erwarten darf, derselbe hängt von der Jahreszeit ab und es vergehen bei 1000—1500 Kilogr. Inhalt 3—4 Stunden. Gerade um diese Zeit wird die grösste Aufmerksamkeit des Arbeiters verlangt; er muss, wenn er den Anfang der Destillation erwarten kann, sich in der Nähe der Vorlagen aufhalten, und sowie die ersten Tropfen erscheinen, die Feuerthüre öffnen und die Gluth mässigen — Seite 739 —. Gerade in diesem Augenblicke ist nämlich die Gefahr des Uebersteigens am grössten, kann aber bei gehöriger Aufmerksamkeit immer vermieden werden, da bestimmte Anzeichen für den Beginn der Destillation vorhanden sind. Am Ausgange des Kühlrohres erscheinen Dämpfe häufig stossweise und einzelne Tropfen condensiren sich allmählich daraus. Ganz sicher geht der Arbeiter, wenn er das Helmrohr anfühlt; sobald dasselbe, wo es noch nicht in das Kühlwasser eintaucht, warm zu werden anfängt, ist der Beginn der Destillation sehr bald zu erwarten. So lange noch Wasser im Theere enthalten ist und überdestillirt, muss die Arbeit ganz langsam und vorsichtig betrieben werden. Zuerst und schon unter 100° C. entwickeln sich Schwefelammonium und andere gasförmige Körper, welche man entweichen lässt. Durch die Eigenschaft dieser zuerst übergehenden Gase, einen mit Salzsäure getränkten Fichtenspan purpurroth zu färben, wird die Gegenwart des Pyrrol nachgewiesen. — Bei 100° C. folgen anfangs ammoniacalisches Wasser, bald nur leichte Theeröle; der Siedepunkt ändert sich beim raschen Steigen bis auf etwa 200° C. fortwährend und wird erst bei dieser Temperatur constanter; bei 250° C. sind die leichten Oele überdestillirt und von hier ab kann der Destillationsprocess lebhafter fortgesetzt werden. Bis Ende folgen nun paraffinhaltige Oele und steigt die Temperatur bis auf 350° C.

Während der Destillation tritt in Zwischenräumen unter Geknatter in der Blase aus der Carbolsäure ausgeschiedenes Hydratwasser auf und zwar zuerst zwischen 200 und 250° C. und hält bis gegen Ende der Destillation an. Der Process wird bis zu Ende getrieben und bleibt dann eine trockene poröse Masse

— **Braunkohlentheercoks** — in der Blase zurück. Um die Gase und Dämpfe vor Zersetzung zu schützen, ist es nothwendig, dieselben so schnell als möglich aus der Blase zu entfernen und geschieht dies durch Zuführung eines schwachen Dampfstrahles, wodurch dieselben eingehüllt, vor Zersetzung geschützt und mit Wasserdämpfen zusammen in die Kühlschlange gelangen; oder die Destillation geschieht im luftverdünnten Raume, wie bei den Kerosendestillationsrückständen — Seite 606 — oder Steinkohlentheerdestillation — Seite 743 —. Im ersteren Falle aber erst, wenn die Paraffinmasse übergeht.

Das Destillat des Theeres wird in zwei Theile geschieden, in **Rohöl** oder **Rohphotogen** und in **Paraffinmasse** und zwar wird fractionirt, sobald das Rohöl auf einen kalten Gegenstand gebracht, zu erstarren beginnt. Das Rohöl enthält fast gar kein Paraffin und bleibt sonach flüssig, während die Paraffinmasse bei gewöhnlicher Temperatur erstarrt. Theere aus stehenden Retorten geben in der Regel 40 % Rohöle und 54 % Paraffinmasse, Theere aus liegenden Retorten dagegen 25 % Rohphotogen und 65 % Paraffinmasse; die erstgenannte Paraffinmasse ist aber concentrirter und ergiebt die Aufarbeitung, auf den Theer berechnet, eine gleichprocentige Ausbeute. Die letzten 1—2 % der übergehenden Massen sind roth und von beigemengten Harzen, Chrysen und Pyren, trübe; diese Massen werden bei der nächsten Destillation dem Theere wieder beigemischt.

Bei fabrikmässiger Aufarbeitung geben 100 Kilogr. Theer:

Theer	Spec. Gew.	Oele Kilogramm	Oele Spec. Gew.	Paraffinmasse Kilogr.	Harzige Massen Kilogr.	Coks Kilogr.	Wasser und Gas Kilogr.
Cylindertheer a. d. Condensation	0,810	75,44	0,805	16,55	0,50	0,76	6,75
Cylindertheer a. d. Vorlage	0,840	40,50	0,855	52,20	1,20	1,20	4,90
Retortentheer	0,840	24,10	0,830	67,60	2,00	2,20	4,10
„	0,865	25,80	0,861	64,70	1,20	2,90	5,40
„	0,935	29,60	0,920	49,40	3,30	8,50	9,20

Diese Zahlen geben ein Bild der ersten Zerlegung des Theeres durch Destillation und zeigen die leichtesten und die

schwersten Theere den grössten Verlust durch Gas. Die Wassermenge beziffert sich auf 1—1,5 %. Gleich nach beendeter Destillation wird die Schlange durch starkes Ausblasen mit Dampf von 3 Atmosphären Spannung von den haftengebliebenen harzartigen Massen sorgfältig gereinigt, damit diese einerseits nicht Anlass zu Verstopfungen der Schlange geben und andererseits nicht das zuerst übergehende leichte Product der nächsten Destillation verunreinigen.

Man braucht zu einer bis zur Trockne getriebenen Destillation von circa 20 metrischen Centnern ungefähr 12 Stunden Zeit und wird hierzu durchweg der Tag gewählt. Die Blasen werden früh gefüllt, bis 6 Uhr abgetrieben und bleiben dann geschlossen der Abkühlung überlassen. Nach 6 Stunden werden die Mannlochdeckel entfernt, um die Temperatur der Blasen durch stärkere Abkühlung soweit zu erniedrigen, dass erstens die zurückgebliebenen Cokse ausgemeisselt und entfernt und zweitens die Blasen ohne Gefahr der Entzündung neu mit Theer gefüllt werden können. Nach 12stündiger Abkühlung ist in den Destillationsblasen immer noch eine hohe Temperatur vorhanden und ergeben die Messungen nach Grotowsky:

	im Sommer	im Winter
für Blasen von 18 M. Cent. Inhalt	72—90° C.	62—80° C.
„ „ „ 25 „ „ „	98—110° C.	75—90° C.

Bei diesen Temperaturen sind die Blasen ohne Gefahr zu füllen, nur darf man nicht mit einem offenen Lichte dabei umgehen, denn es entwickeln sich beim Füllen der heissen Blasen Gase, die leicht durch eine offene Flamme zu entzünden sind.

Während der ganzen Destillation findet Entwickelung von Gas statt und ist dieses ein Beweis, dass neben der Verflüchtigung fortdauernd Zersetzung eintritt.

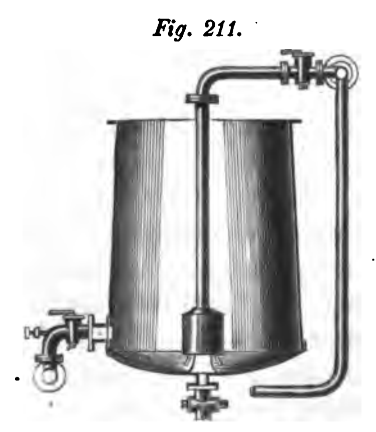
---

2. Verarbeitung der Braunkohlentheeröle etc.

Die Theeröle enthalten harzige, saure und basische Bestandtheile — Seite 168, 185 — und müssen hiervon, um sie als Leuchtstoffe tauglich zu machen, befreit werden.

Die Reinigung besteht in einer auf einander folgenden Behandlung mit Schwefelsäure und Aetznatronlauge, wie schon bekannt. Weder die Schwefelsäure noch die Natronlauge lösen sich in den Theerölen; um ihre Wirkung zu äussern, müssen sie daher durch gewaltsames Mischen mit den Oelen in allseitige Berührung gebracht werden und geschieht dies allgemein in Mischgefässen, wie in Fig. 211 dargestellt. Dieselben haben eine Grösse von 30 bis 75 Metercentner Inhalt und sind theils massiv aus 13 Mm. starken Bleiplatten hergestellt, theil aus Holz oder aus Gusseisen und in diesem Falle mit 4 Mm. starkem Walzblei ausgefüttert. Die Operation wird auf gefahrlose Weise durch Luftmischung ausgeführt; es mündet nämlich das Druckrohr einer Dampfluftpumpe, wie in der Fig. 211 veranschaulicht, am Boden des Mischgefässes aus, durch dieses lässt man je nach der Menge der zu mischenden Masse 10 bis 20 Minuten einen Luftstrom in die Masse ein, der von unten nach oben wirkend, dieselbe auf das Innigste mit den während des Durchwallens langsam zuzusetzenden Chemikalien vermischt.

Fig. 211.



Mischgefäss.

Die indifferenten Kohlenwasserstoffe des Theeres werden von der Schwefelsäure und dem Aetznatron nicht oder doch nur sehr wenig angegriffen; die leichten weniger als die schweren. Nur bei hoher Temperatur tritt dieser Fall ein, doch werden auch bei den mässigen Temperaturgraden, wie man sie in der Praxis anwendet, gewisse Bestandtheile zerstört, wie in Folge Reduction der Schwefelsäure die reichliche Entwicklung von schwefliger Säure beweist; die Zerstörung solcher Substanzen liegt jedoch in der Absicht, insofern dadurch die Beseitigung des üblen Geruchs und die Entfärbung der Oele be-

dingt ist; ausserdem wirkt die Schwefelsäure dadurch, dass sie die vorhandenen basischen Körper, das Aetznatron, die Säuren und Kreosotkörper aufnimmt.

Das von den Theerblasen erhaltene Rohphotogen wird auf seinen Kreosotgehalt geprüft, um die zu dessen Ausscheidung erforderliche Menge Natronlauge bestimmen zu können. Die Untersuchung hat nur technischen Werth und zwar wird das zu untersuchende Oel in einer calibrirten Röhre mit überschüssiger 38° B. Aetznatronlauge tüchtig geschüttelt, nach Mischung setzt sich das gebildete Kreosotnatron in schwarzer Schicht zwischen der überschüssigen Lauge und dem Oele ab. Es verbinden sich gleiche Volumtheile des Kreosot und der Lauge mit einander, so dass die Hälfte der abzulesenden Menge des Kreosotnatron Kreosot ist. Je nach der Qualität des Theeres variirt der Kreosotgehalt in den Oelen.

Grotowsky fand in 100 Theilen Oel:

		spec. Gew.	
Cylindertheer (stehende Retorten)	von	0,840	2,87—5,10 %
Retortentheer	„	0,840	5,90 „
„	„	0,865	6,80 „
„	„	0,910	11,00 „
„	„	0,935	12,70 „

Der Kreosotgehalt hängt einestheils vom Rohmateriale ab und sind Braunkohlen jüngerer Bildung — fossiles Holz — reicher an Kreosot; anderntheils trägt die Schweeltemperatur zur Bildung bei. Je niedriger die Zersetzungstemperatur gehalten wird, desto ärmer, und je höher, desto reicher an Kreosot ist der Theer.

Der grösste Theil des im Theere enthaltenen Kreosots geht im Anfange der Destillation mit den leichten Rohölen über und enthalten dieselben je nach der Qualität des zu verarbeitenden Theeres davon 5—15 %. Zum Ausscheiden des Kreosots werden zunächst so viel Gewichtsprocente Lauge von 38—40° B. genommen, wie Volumprocente Kreosot ermittelt sind und wird nicht ängstlich darauf gesehen, dass bei der ersten Operation alles Kreosot entfernt wird, weil die Oele

noch wiederholt über Natron rectificirt und die Destillationsproducte nochmals gelaugt werden.

Die Operation des Mischens von Rohöl mit Natronlauge geschieht wie vorstehend beschrieben; nachdem die Mischung lege artis ausgeführt, überlässt man das Gemisch möglichst lange, mindestens jedoch 3—4 Stunden, der Ruhe. Hierbei bilden sich drei Schichten übereinander. Die mittlere ist eine Auflösung des Kreosots und der sogenannten Theersäuren, welche entfernt werden sollten, in Natronlauge. Diese Lösung ist dunkelbraun, syrupdick und steht über der überschüssig zugesetzten Lauge, worin sie nicht löslich ist. Die überschüssige Lauge wird zum Verlaugen neuer Partien Rohöles verwendet; die obere Schicht ist das Mineralöl.

Nach dem Absetzen wird das Kreosotnatron abgezogen, das Oel wiederholt gewaschen und behufs Entfernung der Theerbasen und Brandharze gesäuert; je nach dem Grade der Reinheit der Oele genügen 2—5 % Schwefelsäure von 66° B. Die Mischung wird wiederum der Ruhe überlassen und danach die abgeschiedenen schwefelsauren Verbindungen, Harze, durch den am tiefsten Punkte des Bodens angebrachten Hahn entfernt. Nach vielen von Grotowsky vorgenommenen Wägungen nimmt die Schwefelsäure bei der ersten Behandlung aus Cylindertheeren 1½ %, aus Oelen der Cylindertheere 1 % und aus Oelen der Retortentheere 2 % fort.

Nach der Behandlung mit Schwefelsäure erscheint das Oel roth, es wird wiederholt und so lange mit heissem und zuletzt kaltem Wasser ausgewaschen, bis blaues Lacmuspapier nicht mehr geröthet wird. Das so gereinigte Oel, nach dem Waschen röthlichgelb aussehend, fliesst nun in einen Montejus, wird mittelst Luftdruckes in die Destillationsblasen gefördert und über Aetznatron rectificirt, wobei es fractionirt.

Die flüchtigeren Oele, nachdem sie nochmals mit 2 % Schwefelsäure behandelt und wieder rectificirt worden sind, geben als Vorlauf **Benzinöle** und in der Hauptsache **Photogen**; die weniger flüchtigen Oele kommen zum **Solaröle** und die zuletzt auftretenden paraffinhaltigen Oele stellt man, weil Paraffin von niederem Schmelzpunkte enthaltend, als Paraffinmasse B zur

Krystallisation. In gleicher Weise werden auch die weniger flüchtigen Braunkohlentheeröle etc. fractionirt.

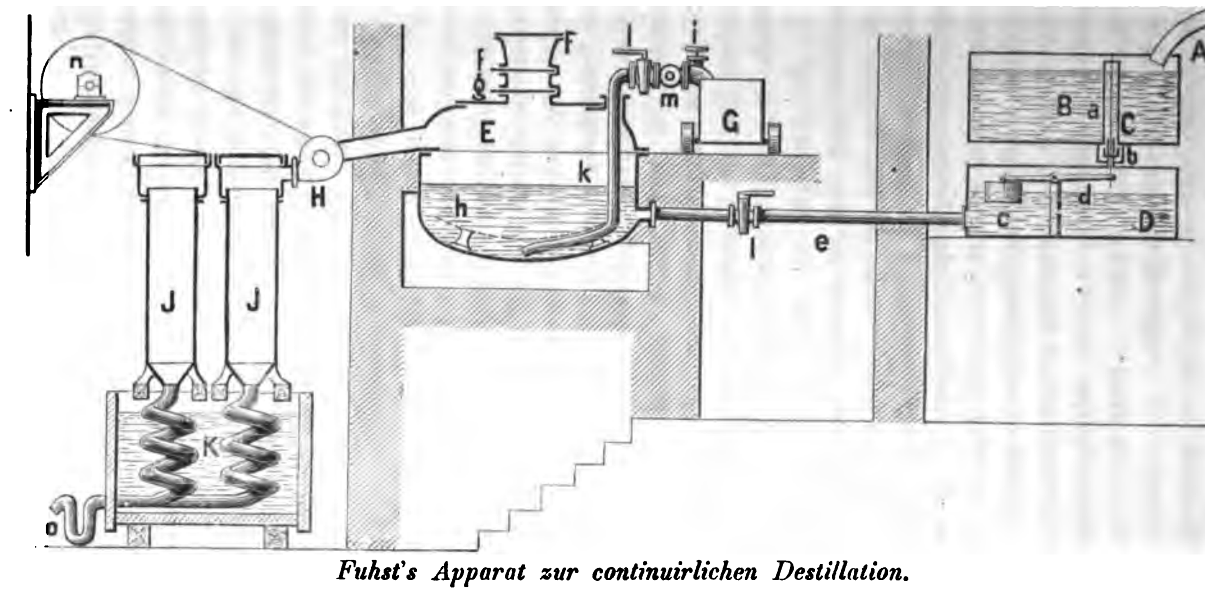
Die volle und ununterbrochene Arbeit bei Tag und Nacht ist die Cardinalbedingung einer hohen Rentabilität in allen denjenigen Industriezweigen, deren Natur überhaupt eine ununterbrochene Arbeit zulässt. Sie ist von ganz besonderer Wichtigkeit in der Petroleum-, Mineralöl- und Paraffinfabrikation, wo die eigentliche Arbeit durch Wärme hervorgebracht und Menschenkraft nur zur Erhaltung der Wärme resp. zur Controle der durch sie hervorgebrachten Arbeit gebraucht wird, so dass mit wenig Menschenkräften grosse Werthveränderungen resp. Wertherhöhungen des Rohmateriales erzeugt werden.

Die volle ununterbrochene Arbeit gewährt auch allein die volle Ausnutzung des Anlage-Capitales sowohl, als auch der Leistung der Menschenkräfte und der Apparate. So bildet die continuirliche Destillation des Petroleum — Seite 551 —, der Mineralöle etc. bei constantem Niveau mit fractionirter Condensation wesentliche Vortheile: 1. Es wird die Leistung jeder einzelnen Blase resp. Apparates und somit die Leistung der gesammten Oel- und Paraffindestillation und Rectification auf mehr als das Doppelte erhöht durch Benutzung der gesammten gegebenen Zeit zur Destillation selbst, während bisher kaum die Hälfte der vorhandenen Zeit die Blase wirklich arbeitete und in der anderen Zeit theils abkühlte zum Ausschöpfen, theils ganz ruhte oder im Anfeuern begriffen war. 2. Die Destillate erleiden eine geringere Zersetzung; es erhöht sich die quantitative sowohl als auch die qualitative Ausbeute, indem sich der Destillationsverlust vermindert. 3. Es wird wesentlich Feuerungsmaterial erspart und erhöht sich die Ausbeute durch Vermeidung wiederholter Destillation desselben Productes.

Ein vielfach in Anwendung gekommener Apparat zur continuirlichen Destillation, welcher obigen Anforderungen entspricht, ist der von H. Fuhst — Seite 551 — construirte und in den Fig. 212—214 dargestellte.

Durch das Rohr *A* — Fig. 212 — wird von den Absatzständern her zunächst das Bassin *B* gefüllt. Die Grösse dieses Bassins ist an und für sich gleichgültig, nur muss dafür gesorgt

Fig. 212.



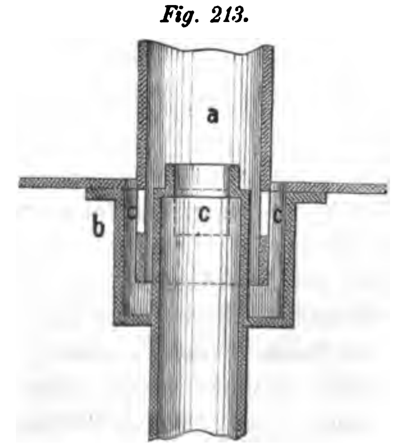
Fuhst's Apparat zur continuirlichen Destillation.

A Zuflussrohr. *B* Reservoir. *C* Apparat zur Erhaltung des constanten Niveaus. *D* Behälter. *E* Destillirblase. *F* Kastenaufsatz. *G* Wagen. *H* Exhaustor. *J* Condensationsröhren. *K* Kühlschlangen. *a* Rohr. *b* Quecksilbergefäss. *c* Schwimmer. *d* Hebel. *e* Rohr. *f*, *g* Schieber. *h* falscher Boden. *i* Ventil. *k* Rohr. *l* Hähne. *m* Kugelgelenk. *n* Transmission. *o* Ablauf.

werden, dass es nicht leer wird, weil es das Hauptspeisebassin ist und hierauf zu achten, ist die einzige Mühe des Arbeiters bei der ganzen Manipulation. Um noch sicherer zu gehen, ist es leicht, einen kleinen Alarmapparat anzubringen, welcher sich in Thätigkeit setzt, wenn die Füllung des Bassins nahezu verbraucht ist. Unter dem Bassin *B* ist ein Apparat *C* angebracht, welcher den Zweck hat, mit dem Schwimmer *c* zur Erhaltung des constanten Niveaus zu dienen und zwar in folgender Weise:

Unter dem Bassin *B* befindet sich das Bassin *D*, welches durch das Rohr *e* mit der Blase *E* communicirt. In Folge

Fig. 213.



Apparat zum Erhalten des gleichen Niveaus.
a Rohr. *b* Quecksilbergefäss. *c* Oeffnungen.

dieses Communicirens haben Blase *E* und unteres Bassin *D* stets gleiche Niveauhöhe der Füllmasse. In dem Behälter *D* ist ein runder Schwimmer *c* durch den gleicharmigen Hebel *d* und die verticale Stange in Verbindung mit dem aus verzinnten Blech gefertigten Rohre *a*. Dieses Rohr — Fig. 213 — tritt mit seinem unteren Ende in die ringförmige Aussparung des unter dem Reservoir *B* befindlichen Apparates *C*, welcher mit Quecksilber gefüllt ist. Am unteren Ende des Rohres *a* befinden sich die Oeffnungen *c*. Ist nun in der Blase *E* das gleiche Niveau und ist der Schwimmer *c* — Fig. 212 — und das Rohr *a* so miteinander in Verbindung gesetzt, dass die oberen Kanten

der Oeffnungen *c* — Fig. 213 — eben den Spiegel des Quecksilbers berühren, so kann die Destillation beginnen. Sinkt dann in Folge der fortschreitenden Destillation das Niveau in der Blase und damit dasjenige im Reservoir *E*, so sinkt ebenfalls der Schwimmer *c* und bringt seinerseits ein Steigen des Rohres *a* hervor; es heben sich die Kanten der Oeffnungen *c* von dem Quecksilber ab und gestatten somit einen Durchlauf der Füllung des Bassins *B* nach dem Bassin *D*. Das Niveau im Bassin *D* und in der Blase *E* und mit ihnen der Schwimmer *F* steigen in Folge dessen so lange, bis das normale Niveau wieder erreicht ist, in welchem Moment der Schwimmer veranlasst, dass die obere Kante der Oeffnungen *c* auf das Quecksilber tritt und so den Nachfluss abschliesst. Tritt dagegen ein Steigen des normalen Niveaus in der Blase ein, so fliesst ein Theil der Blasenfüllung zurück nach dem Bassin *D* — in Folge dessen wird das Schwanken des normalen Niveaus bedeutend gemindert —, es steigt der Schwimmer *c*, zieht die Oberkanten der Oeffnungen *c* — Fig. 213 — in das Quecksilber hinein und schliesst den Nachfluss so lange ab, bis durch die fortschreitende Destillation das Plus über dem normalen Niveau in der Blase und im Bassin *D* sich in Gasform entfernt hat.

Nachdem so das constante Niveau durch den continuirlichen Nachfluss gesichert ist, handelt es sich weiter um die Blase selbst. Es sind zwei Bedingungen, welche bei der continuirlichen Arbeit erfüllt werden müssen und zwar muss einmal die Möglichkeit gegeben sein, während der continuirlichen Arbeit und zwar ohne Unterbrechung derselben, den zu destillirenden Oelen entsprechenden Procentsatz an Chemikalien, über welche sie destillirt werden sollen, zuzuführen, und ferner muss die Möglichkeit gegeben sein, ebenfalls ohne Unterbrechung der continuirlichen Arbeit die während derselben sich ausscheidenden flüssigen Rückstände und fremden Beimischungen zu entfernen.

Die Zuführung der Chemikalien in den inneren Raum der Blase *E* erfolgt durch den auf dem Mannlochdeckel befindlichen Kastenaufsatz *F*, derselbe hat oben einen Deckel mit Wasserverschluss. Dieser Deckel wird gehoben und der obere Raum

mit dem bestimmten Quantum an Chemikalien gefüllt, alsdann wird der Deckel wieder aufgelegt und der obere Schieber resp. Drosselklappe *f* geöffnet. Die Chemikalien fallen in den darunter befindlichen Raum, von welchem sie, nachdem der Schieber *f* geschlossen ist, durch Oeffnen des zweiten Schiebers *g* in die Blase fallen. Sie erreichen jedoch nicht den eigentlichen Boden der Blase, sondern fallen auf den in der Blase lose hineingestellten falschen Boden *h*, welcher siebförmig durchlöchert ist und auf vier Füssen steht. Das Mannloch der Blase ist so gross, dass man den falschen Boden *h* leicht herausnehmen und wieder in die Blase einsetzen kann.

Der Betrieb wird am besten so eingerichtet, dass die Sonntags-Tageschicht Ruheschicht ist. Während dieser Ruheschicht wird der falsche Boden mit den darauf befindlichen Chemikalien aus der Blase herausgenommen und von denselben gesäubert wieder eingesetzt.

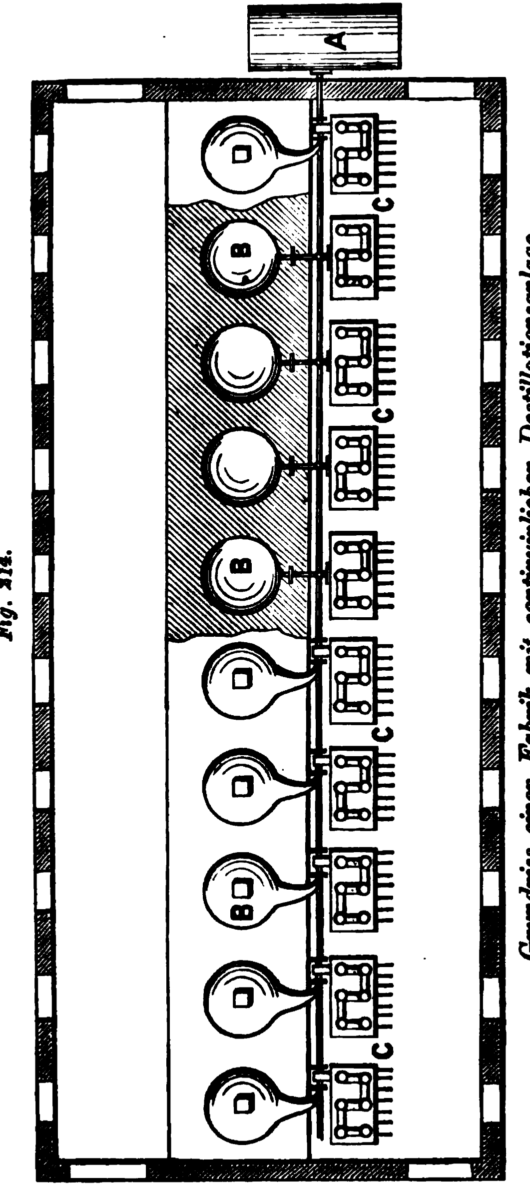
Die zweite Bedingung, welche behufs continuirlicher Destillation zu erfüllen war, war die Möglichkeit, ohne Unterbrechung des Betriebes, die flüssigen Rückstände und fremden Beimischungen zu entfernen. Davon ausgehend, dass ein bekanntes Rohproduct, welches zu verarbeiten ist, einen bestimmten Procentsatz jener Rückstände und Beimischungen hat, so scheidet sich in jeder Arbeitsschicht, die ihrerseits einem bestimmten und immer gleichen verarbeiteten Quantum Rohmaterial entspricht, ein bekanntes Quantum Rückstände aus. Dem Volumen dieses Quantum entspricht nun das Volumen des luftdicht gearbeiteten Wagens *G*. Dieser Wagen trägt oben eine kleine Handluftpumpe und kommt in folgender Weise zur Verwendung: Das Rohr *k*, welches zwischen den falschen und den eigentlichen Boden der Blase eingeführt ist, trägt oben ausserhalb der Blase den Hahn *l* und das Kugelgelenk *m*. Bei jedem Schichtwechsel lässt der Feuermann die Blase etwas zur Ruhe kommen, so dass die Ausscheidungen an Rückständen und fremden Beimischungen zu Boden fallen; der Arbeiter fährt dann den Wagen *G* vor die Blase und pumpt den letzteren luftleer; verbindet denselben durch eine Doppelmutter mit dem

Kugelgelenk *m*, öffnet den Hahn *l* im Rohre, sowie das Ventil *i* am Wagen *G*. In Folge dessen steigt ein dem Volumen des Wagens gleiches Volumen an Rückständen aus der Blase in den Wagen. Der Arbeiter schliesst das Ventil *i*, löst die Verbindung zwischen dem Wagen und dem Rohre *k* und entleert nun den Wagen an einem hierzu bestimmten Bassin. Der Hahn *l* wird geschlossen und der Feuermann nimmt seine normale Thätigkeit wieder auf. Diese Entleerung ist sehr leicht, sicher und zuverlässig zu bewerkstelligen und es ist auch keine Gefahr vorhanden, dass das Rohr *k* sich verstopfen könnte, da die Chemikalien von demselben durch den falschen Boden abgehalten sind und bei einer Entleerung von 12 zu 12 Stunden und dem continuirlichen Nachflusse feste Rückstände sich nicht bilden. Zum Ueberfluss kann das Rohr von 8 zu 8 Tagen in der Sonntags-Tageschicht revidirt werden.

Die fractionirte Condensation beruht darauf, dass die verschiedenen Destillationsproducte, welche gemeinschaftlich mit einander überdestilliren, verschiedene Siedepunkte haben und somit bei verschiedenen Temperaturgraden, je nach ihrem specifischen Gewichte, condensiren. Um alle Gase, welche in einer gegebenen Zeit aus der Blase entweichen, zu condensiren, muss die Oberfläche resp. Kühlfläche des Condensationsapparates so gross sein, dass sie im Stande ist, das Quantum latenter Wärme, welches durch die Condensation der Gase frei wird, abzuleiten. Die üblichen Kühlschlangen haben eine Condensationsfläche von 20 Quadratmeter; die Oberfläche kann bei der Wasserkühlung nie mehr als 100° C. erreichen und genügt, wie die Erfahrung zeigt, vollkommen zur Condensation aller übergehenden Gase.

Zur Erreichung einer fractionirten Condensation ist aber eine Wasserkühlung nicht zu gebrauchen, weil die Temperatur der Condensationsoberfläche tiefer liegt, als der Siedepunkt der leichtesten Oele, welche übergehen. Wenn, wie bei der continuirlichen Destillation, sämmtliche Gase der verschiedensten Siedepunkte zu gleicher Zeit überdestillirt werden und dieselben treten dann in eine Condensation, deren Temperatur niedriger ist, als der niedrigste Siedepunkt, dann tritt natürlich sofort

Fig. 214.



Grundriss einer Fabrik mit continuirlicher Destillationsanlage.

A Zuflussreservoir. *B* Destillationsblasen. *C* Condensation.

eine gemeinschaftliche Condensation aller Gase ein und eine Trennung nach den Siedepunkten ist nicht mehr möglich.

Es muss, um die Trennung nach den Siedepunkten für den fabrikmässigen Betrieb mit Sicherheit zu erreichen, dafür Sorge getragen werden, dass die Condensation abfallende Temperaturen annimmt, welche mit nahezu der Temperatur des höchsten Siedepunktes beginnen und unter dem niedrigsten Siedepunkt enden.

Die Construction der Condensation ist nun folgende:

Am Rüssel der Blase — Fig. 212, Seite 798 — befindet sich ein Exhaustor *H*, durch welchen die Gase in ein System stehender Condensationsrohre *J* geführt werden. Jedes Rohr dieses Systems hat unten eine kleine Kühlschlange mit besonderem Ausfluss. Oben sind die Rohre so mit einander verbunden — Fig. 214, Seite 803 —, dass die Gase, soweit sie uncondensirt geblieben sind, alle Rohre einzeln bis zum letzten durchlaufen müssen. Die Kühlschlangen unter den einzelnen Rohren haben hierbei nur den Zweck, die condensirten heissen Oele vor ihrem Ausflusse möglichst abzukühlen, sie haben nichts mit der Condensation der Gase zu thun. Es muss diese Condensation natürlich in Folge ihrer höheren Temperatur eine entsprechend grössere Kühlfläche haben, als die Kühlschlange der Wassercondensation hat.

Diese Nothwendigkeit kommt dem vorliegenden Systeme insofern zu statten, als man, ohne zu kleine Dimensionen zu bekommen, eine genügende Anzahl von Abflüssen zur Trennung der Oele einfügen kann. Im vorliegenden Falle sind ungefähr 50 Quadratmeter Condensationsoberfläche, repräsentirt durch 6 Cylinder, angenommen. Es ist dies das Doppelte der Condensationsfläche der Wasserkühlung.

Die Gase treten nun in den Cylinder 1; was hier nicht condensirt an Gasen, weil der Cylinder eine höhere Temperatur hat, als der Siedepunkt derselben, tritt aber nach Cylinder 2; das hier nicht Condensirte nach Cylinder 3 und so fort; aus dem Cylinder 6 entweichen dann nur noch die nicht condensirbaren Gase. Auf diese Weise bilden sich die abfallenden Temperaturen vor dem Eintritte der Gase in die Condensation

nach dem Austritte derselben hin ganz von selbst und es giebt in Folge dessen jeder einzelne Cylinder durch seinen Ausfluss ein seiner Temperatur entsprechendes, nach dem Ende der Condensation immer leichter werdendes Oel.

Indem sich so die Temperatur des ersten Condensationsrohres mehr dem höchsten Siedepunkte nähert, bleiben die Destillate mit niedrigem Siedepunkte, welche früher in demselben Condensationsrohre condensirten, flüchtig und condensiren in den folgenden Cylindern getrennt von dem ersten Producte. Es bedeutet dies eine Verlängerung des Condensationsweges, um die Anzahl der activen Abzüge und mit ihnen die Zahl der verschiedenen in ihren specifischen Gewichten differirenden Destillate zu vermehren.

In gleichem Sinne wirkt nun auch der zwischen Condensation und Blasenrüssel sich befindende Exhaustor. Derselbe soll einmal die producirten Gase möglichst rasch aus der Blase entfernen, um sie vor Zersetzungen zu schützen, er soll aber auch andererseits und hauptsächlich in der Condensation eine grössere Geschwindigkeit in die Gase bringen.

Eine gegebene Condensationsfläche kann in einer bestimmten Zeit nur eine ganz bestimmte Wärmemenge transmittiren, resp. ein bestimmtes Volumen Gase condensiren. Ist nun die Geschwindigkeit der Gase in den Condensationsröhren eine beschleunigte, so verkürzt sich die Zeit der Einwirkung der Kühlfläche auf die Gase, dieselben müssen einen längeren Weg bis zu ihrer Condensation machen, sie gestatten somit in Folge der Einwirkung des Exhaustors eine schärfere Trennung nach ihren specifischen Gewichten und es wird diese Trennung um so schärfer sein, je rascher der Exhaustor arbeitet. Die Wirkung des Exhaustors unterstützt somit die Wirkung der Bekleidung der ersten Condensationsrohre mit einem schlechten Wärmeleiter; beide erzielen gegenüber der geringen latenten Wärme der Gase, eine präcise Trennung der Oele nach ihrem specifischen Gewichte.

Was nun den Ausfluss der Oele anbetrifft, so ist derselbe aus den Cylindern so geordnet, dass die Kühlschlangen der hinteren zwischen denen der vorderen Cylinder nach vorn treten,

so dass die Ausflüsse geordnet nebeneinander immer leichtere Producte geben. Indem nun verschiedene nebeneinander befindliche Abflüsse in ein gemeinschaftliches Ganze vereinigt werden, dadurch, dass man sie nach einem Bassin hinleitet, kann man jedes beliebige specifische Gewicht erzielen. Es läuft z. B. Ablauf 3 mit einem spec. Gew. = 0,840; Ablauf 4 mit 0,830; Ablauf 5 mit 0,825; so giebt Ablauf 3 und 4 zusammen ein spec. Gew. = 0,835, während 4 und 5 zusammen Oel von 0,8275 geben.

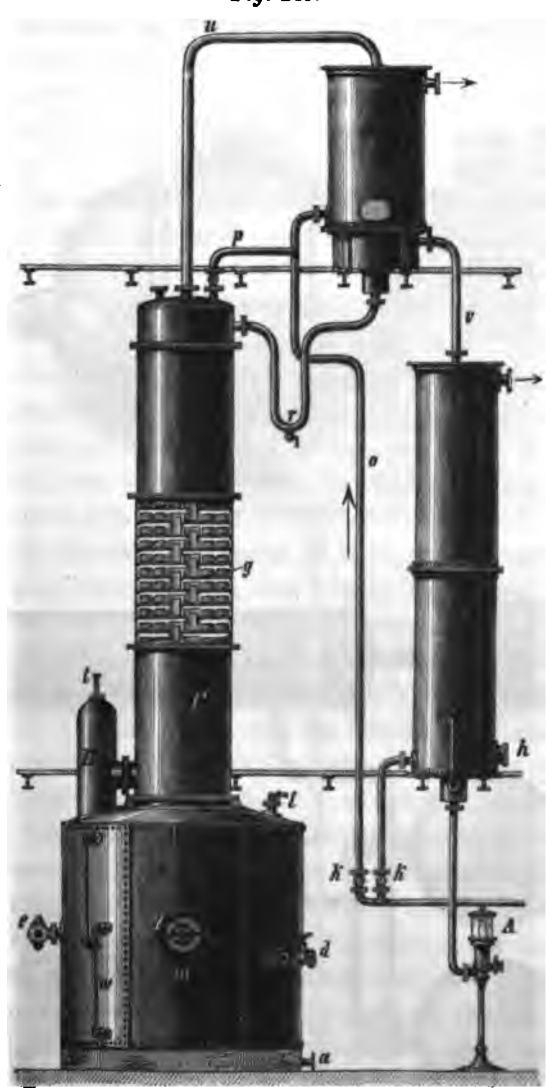
Für die fabrikmässige Anlage eignet sich am besten die in Fig. 214 im Grundriss dargestellte Anordnung, bei welcher das Zuflussreservoir am Giebel des Blasenhauses steht und von demselben nur eine Speiseleitung nach den Blasen, zwischen diesen und den Condensatoren geht, an welche jede Blase mittelst eines Dreiweghahnes angeschlossen ist. Durch diese Dreiweghähne hat der Fabrikant es in der Hand, einzelne Blasen aus dem Betriebe auszuschalten, ohne die hinter ihnen liegenden, welche erst nach ihnen gespeist werden, gleichzeitig dem Betriebe entziehen zu müssen.

Die Rectification der leichteren Braunkohlentheeröle kann auch mit Vortheil in dem Heckmann'schen Naphtadestillator — Fig. 215 — ausgeführt und für die schweren Oele, Solaröl und die Paraffinöle, die Destillationsvorrichtung im luftverdünnten Raume — Fig. 216 — angewendet werden. Die näheren Angaben finden sich dazu Seite 595 und 606.

Hauptsächlich werden folgende Destillationsproducte aufgefangen:

Braunkohlentheerbenzin — Seite 758 —, specifisches Gewicht = 0,77—0,790, Siedepunkt 80—90° C., ist farblos, hat einen nicht unangenehmen, rettigartigen, ätherischen Geruch und etwas pfeffermünzartigen Geschmack. Seine Eigenschaft, Fette, Harze etc. aufzulösen, machen es als Fleckwasser gesucht; hin und wieder findet es Verwendung zur Carburirung von Leuchtgas, die grösste Verwendung findet es aber bei der Braunkohlenparaffin-Darstellung resp. -Reinigung. Nitriren lässt sich das Braunkohlenbenzin nicht — Seite 758 —.

Fig. 215.



Heckmann's Naphtadestillator mit aufrechtstehender Destillirblase.

A Flüssigkeitsmesser und Auslauf. *B* Destillirblase. *C* Colonne. *D* Dom. *K* Kühler. *S* Condensator. *a* Abfluss. *d* Dampfventile für die Schlangen. *e* Einlauf. *g* Glocken. *h* Handloch. *k* Hähne zum Reguliren des Wasserzuflusses zur Kühlung. *l* Luftventil. *m* Mannloch. *o* Wasserzufluss. *p* Spülwasserrohr. *r* Rücklaufrohr. *t* Thermometer. *u* Uebersteigrohr. *v* Uebergang vom Condensator zum Kühler. *w* Niveaustand.

Photogen, Hydrocarbür, Kohlennaphta ist eine wasserhelle, farblose Flüssigkeit von 0,800—0,810 specifischem Gewicht,

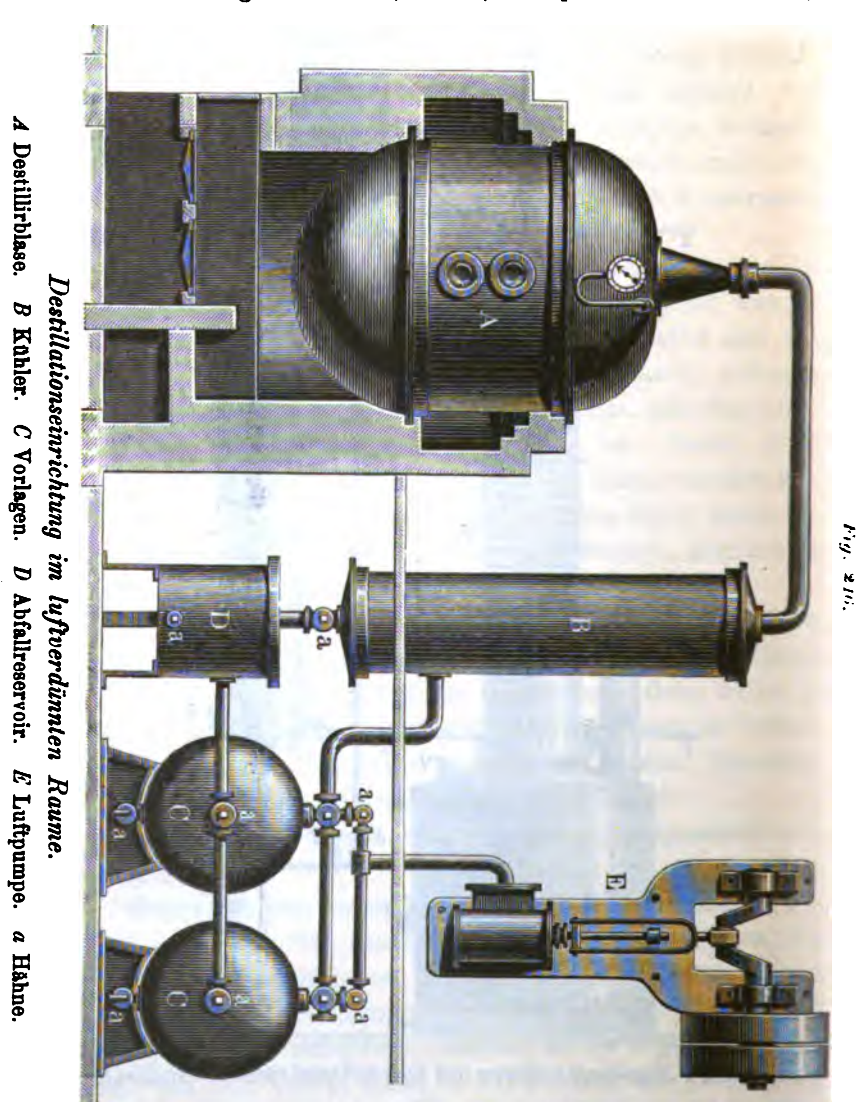


Fig. 246.

Destillationseinrichtung im luftverdünnten Raume.

A Destillirblase. *B* Kühler. *C* Vorlagen. *D* Abfallreservoir. *E* Luftpumpe. *a* Hähne.

Siedepunkt = 145—150° C., hat einen schwach ätherischen Geruch und pfefferartig gewürzhaften Geschmack, bräunt sich nicht an der Luft, wenn frei von Kreosot, es ist sauerstofffrei und ein

Gemenge verschiedener Kohlenwasserstoffe von verschiedenem specifischen Gewichte und Siedepunkt.

Photogen löst Schwefel, Phosphor, Jod, Fette, Harze, Kautschuk etc. Es zeichnet sich in auffallendem Grade durch sein Verhalten zum Licht aus, indem es unter einer gewissen Beleuchtung betrachtet farblos oder schwach gelblich, unter einer anderen Beleuchtung schön blau erscheint; es besitzt, wie man sagt, einen sehr ausgesprochenen Dichroismus. Das Photogen findet als Leuchtstoff und zum Einfetten und Bleichen von Knochen behufs Herstellung imitirten Elfenbeins Anwendung.

Das Photogen wurde früher „petroleisirt", d. h. dem amerikanischen Petroleum in Farbe und Geruch ähnlich gemacht und als „Deutsches Petroleum" in den Handel gebracht. Zu dem Zwecke wurde das Photogen kalt mit 5 % englischer oder 2 % rauchender Schwefelsäure circa eine Viertelstunde lang gemischt und zwar je nach der Temperatur, im Sommer nur 5—10 Minuten, im Winter 15. Nach dem Absetzen kam das gesäuerte Oel auf Waschcylinder und wurde 10 Minuten lang mit 30 % heissem Wasser behandelt, nach dem Absetzen und Wasserablassen mit kaltem Wasser nachgewaschen. Hierauf wurde das Oel mit 20 % heisser Natronlauge von 1,36 spec. Gew. 1/4 Stunde lang gemischt und nachher mit 30 % heissem Wasser und später kaltem Wasser gewaschen. Die gebrauchte Lauge ist zur Reinigung der Rohöle weiter verwendet worden. Das so behandelte Oel hat einen milden, ätherischen Geruch, ist wasserhell und schön blau opalisirend.

Solaröl. Das Solaröl wird mit einem specifischen Gewichte von 0,825—0,830 und von 0,830—0,835 in den Handel gebracht. Das Primaöl hat nach Grotowski ein spec. Gew. von 0,825—0,830 mit einem Siedepunkte von 175—180° C. und enthält die Destillate von 0,810—0,840; zum Secundaöle werden die Oele bis 0,845 genommen, und hat das Oel ein specifisches Gewicht von 0,830—0,835 und einen Siedepunkt von 195—200° C.

Beide Oele sind von gelblicher Farbe und repräsentiren

bei ausserordentlicher Wohlfeilheit ein vorzügliches Brennöl von hoher Leuchtkraft.

Ein gutes Solaröl, in einer Flasche stark geschüttelt, darf die Blasen nicht schneller aufsteigen lassen, als ein gutes Rüböl und soll auch von fast gleicher Consistenz sein; ferner darf bei — 10° C. noch kein Paraffin abscheiden; ist es doch der Fall, so ist das Oel immerhin nicht schlecht zu nennen.

Das Solaröl ist kohlenstoffreicher und dickflüssiger als das Photogen und verändert sich, wenn es ordentlich gereinigt ist, im Dunkeln an der Luft nicht; beide haben die Eigenschaft wie Terpentinöl und andere ätherische Oele, Petroleum etc., bei Zutritt des Lichtes den Sauerstoff der Atmosphäre in Ozon zu verwandeln und dabei selbst derartig verändert zu werden, dass sie in Folge dessen schlecht brennen, sogar zum Brennen ganz untauglich werden können. Dabei ist die Einwirkung des Lichtes mehr oder weniger von der Farbe der Gefässe abhängig, in welchen die Oele aufbewahrt werden. Bei Anwendung von weissem, blauem und grünem Glase ist die von Grotowski angegebene Wirkung am stärksten, bei gelbem, rothem und schwarzem Glase am schwächsten gefunden worden.

Der Werth des Solaröles und Photogen zur Beleuchtung hängt aber auch hauptsächlich davon ab, dass es frei von Kreosot etc. ist, welche Körper an der Luft verharzen und beim Brennen den Docht leichter zum Verkohlen bringen.

Das specifische Gewicht und der Siedepunkt stehen bei Theerölen aus verschiedenen Materialien keineswegs in demselben Verhältnisse und bedingen sich einander nicht immer auf gleiche Weise; verschiedene Sorten Kohle etc. geben oft für gleiche Siedepunktgrenzen Oele von sehr verschiedenen Grenzen des specifischen Gewichtes. Daher die grosse Abweichung in den Angaben dieser Eigenschaften der beiden Arten von Mineralölen: Solaröl und Photogen.

Die Entzündungstemperatur des Solaröles liegt gewöhnlich erst über 100° C. und scheidet das Solaröl bei fractionirter Destillation keine Producte ab, deren Entzündungstemperatur unter 70° C. liegt. Das Solaröl besteht in gleicher Weise wie

das amerikanische Petroleum und Photogen aus den mittleren Gliedern der Sumpfgasreihe.

Das **Paraffinöl** — Seite 636, 675 — enthält die schweren flüssigen Kohlenwasserstoffe von 0,846 spec. Gew. bis zur Erstarrung der Oele und zeigt bei einem Siedepunkte von 265 bis 270° C. meistens ein spec. Gew. von 0,850—0,860, ist von gelber Farbe und mildem Geruch, dickflüssiger wie Solaröl, wird es hauptsächlich als Schmieröl für Maschinentheile, namentlich der Spindeln an Spinnmaschinen gebraucht. Hierher gehören aber auch die von der Paraffinkrystallisation resultirenden dunklen Paraffinöle, welche theils als Schmieröle, in der Hauptsache aber als Gasöle Verwendung haben. Dieses Oel ist mit Fug und Recht berufen, eine bedeutende Rolle bei der Gasfabrikation zu spielen, weil die Vorzüge des aus Paraffinöl bereiteten Leuchtgases unbestreitbar sind.

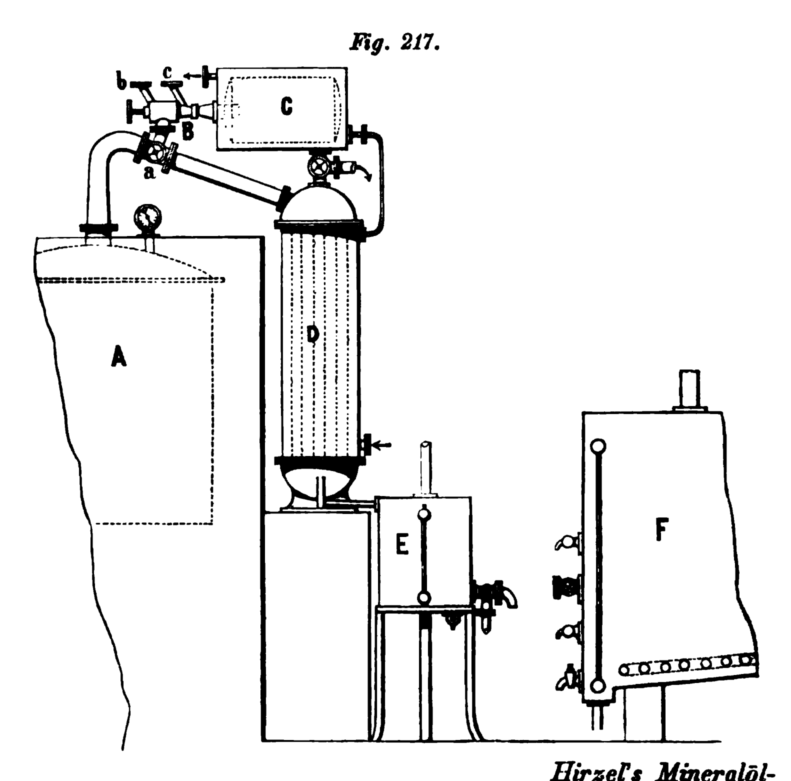
Carbolsäure, gemeinhin **Kreosot** genannt — Seite 762 u.f. — Die zur Reinigung gebrauchten Aetzlaugen enthalten das sog. Kreosot und wird diese Lösung in der Technik mit Kreosotnatron bezeichnet. Das Kreosotnatron kann direct zum Imprägniren von Grubenhölzern genommen werden, zu welchem Zwecke es, weil nicht feuergefährlich, mehr zu empfehlen ist, als das natronfreie Kreosot oder das kreosothaltige Theeröl. Grösstentheils wird es aber auf Carbolsäure verarbeitet und zu dem Zwecke mit der zum Reinigen der Oele benutzten Schwefelsäure bis zur stark sauren Reaction versetzt. In diesem Falle entsteht saures schwefelsaures Natron, welches löslicher und der Abscheidung des Kreosots weniger hinderlich ist, als das schwerlösliche neutrale Salz. Die Salzlauge wird zur Krystallisation gestellt und das auskrystallisirte Salz an Soda- oder auch Glasfabriken verkauft.

Behufs Zersetzung mit Kohlensäure — Seite 766 — wird letztere dadurch hergestellt, dass man atmosphärische Luft durch glühenden Steinkohlenkoks leitet.

Von der Decke des Koksofens geht ein 5 Cm. starkes gusseisernes Rohr in ein Waschgefäss, in welchem es etwa 30 Cm. in das darin befindliche Waschwasser eintaucht; nach der Wasserwäsche passirt die Kohlensäure ein Waschgefäss, wel-

ches eine schwache Lösung von kohlensaurem Natron enthält und von hier wird solche in das Saturationsgefäss getrieben. In diesem letzten Gefässe geht das Zuführungsrohr bis nahe an den Boden und liegt in einer Windung an der Wandung

Fig. 217.



Hirzel's Mineralöl-
A Destillirkessel. *B* Zerstäubungsapparat. *C* Vorkühler. *D* Condensator.
cylinder. *b* Wasserdampfzuleitung. *c* Reinigungs-

des Cylinders herum; die Windung ist in beliebigen Abständen mit einer Anzahl Löcher versehen, aus welchen die Kohlensäure austritt. Die zu sättigende Kreosotnatronflüssigkeit, aus Kreosotnatron und Wasser zu gleichen Theilen bestehend, muss kalt sein; ist solche heiss, so wird die Kohlensäure nur wenig absorbirt. Es wird so lange Kohlensäure eingeleitet, bis die Flüssigkeit gesättigt ist und ungefähr eine Stunde lang heftig schäumt. Die Flüssigkeit wird der Ruhe überlassen, die ab-

geschiedene Carbolsäure abgehoben und die Sodalösung zur Trockne eingedampft, geglüht, in Wasser gelöst, mit Kalk causticirt und endlich die caustische Lauge von dem Kalkschlamme abgezogen und auf 35 bis 38° B. eingedampft. Die so erhaltene Natronlauge enthält noch Verunreinigungen und kann nur zur Ausscheidung des Kreosots aus Rohölen wieder benutzt werden.

Das nach der einen oder anderen Methode ausgeschiedene Kreosot wird, nachdem es mit Wasser gewaschen, direct in den Handel als Kreosotöl gebracht und zum Imprägniren oder

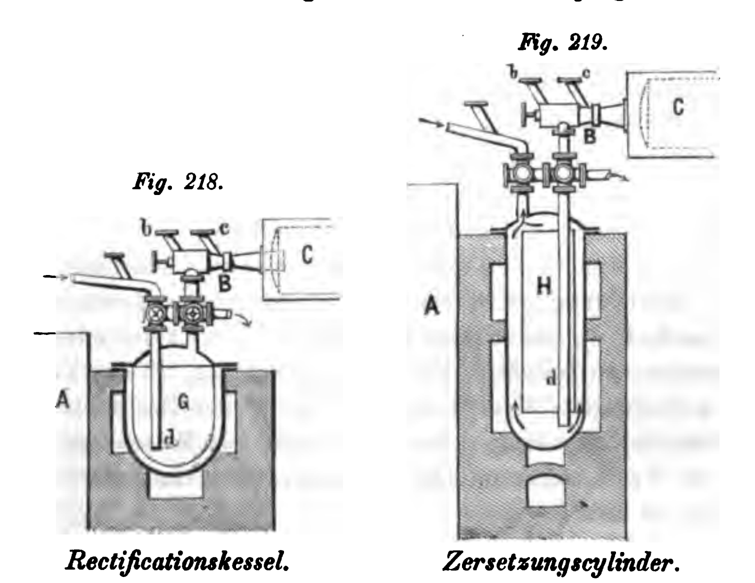


Fig. 218. *Rectificationskessel.*

Fig. 219. *Zersetzungscylinder.*

Destillationsapparat.

E Vorlage. *F* Waschbassin. *G* Rectificationskessel. *H* Zersetzungsflüssigkeit-Zuleitung. *d* Dampfeinleitung.

als Desinfectionsmittel benutzt, oder es wird noch destillirt und dann zur Anilinfarbenbereitung verwendet, weil es nur Phenyl- und Kresylalcohol enthält. Um vollkommen reine und weisse Substanzen zu erhalten, muss dieses Kreosotöl, welches mit dem Reichenbach'schen Kreosot — Seite 320 — und dem Steinkohlen-Kreosotöl — Seite 777 — aber nicht zu verwechseln ist, noch einer mehrfachen Reinigung, wie Seite 767 angegeben, unterworfen werden.

Ueber die Theerausbeuten der Braunkohle, bituminösen Schiefer etc. an obigen Substanzen finden sich die nöthigen Angaben Seite 174—177, 186 und 193.

Vor der Besprechung der Aufarbeitung der Paraffinmasse möge noch der „Hirzel'sche Apparat zur Destillation und gleichzeitigen Reinigung von Theer, Theerölen, Petroleum etc.; sowie eventuell auch zur Zersetzung derselben und zur gleichzeitigen Reinigung der Zersetzungsproducte", Erwähnung finden — Fig. 217—219, Seite 812 und 813 —.

Bei diesem neuen, Hirzel patentirten Verfahren wird der Process der Destillation mit dem Process der Reinigung der Destillate zu einer Operation verbunden, indem zu den aus der Destillirblase abgehenden Dämpfen der Destillate Chemikalien (Natronlauge, Schwefelsäure etc.) im zerstäubten Zustande derart getrieben werden, dass eine innige Mischung entsteht, welche dann im Kühler vollständig condensirt wird.

A in Figur 217 ist ein Destillirkessel von beliebiger Form und Einrichtung, *B* ist ein Vacuum erzeugender Zerstäubungsapparat, *C* der sogenannte Vorkühler, *D* ein Kühler oder Condensator von beliebiger Form und Einrichtung, *E* eine Vorlage zum Auffangen, Messen und Ueberleiten der Destillationsproducte nach dem entsprechenden Sammel- bez. Waschbassin und *F* ein Waschbassin mit Dampfschlange. Der Gang der Destillation ist nun folgender:

Die Dämpfe der Destillationsproducte (des destillirenden Petroleums, Theeröles etc.) werden nach Abschluss des Uebergangrohres in der Richtung nach dem Condensator von dem Zerstäubungsapparate mit aufgenommen, durch die denselben betreibenden, durch *b* eintretenden Wasserdämpfe und die bei *c* in einem abgemessenen, continuirlichen Strahl zufliessende Reinigungsflüssigkeit (Wasser, Lauge, Säure u. dgl.) und die dabei statthabende innige Mischung gründlich gereinigt, in dem Vorkühler gesammelt und dann durch den Condensator und die Vorlage nach dem Waschbassin oder den Sammelbassins übergeleitet, behufs weiterer Verarbeitung, namentlich behufs Abscheidung der Reinigungsflüssigkeit und vollständiger Waschung des Destillates.

G in Figur 218 ist ein besonderer Rectificationskessel, der, falls man mit der Destillation gleichzeitig eine Rectification oder weiter zuführende Destillationszersetzung des betreffenden Productes verbinden will, zwischen dem Destillirkessel und dem Zerstäubungsapparate eingeschaltet werden kann. Derselbe steht entweder in einem Metallbad oder wird in gewöhnlicher Weise erhitzt, oft auch mit Metallabfällen ganz oder theilweise gefüllt. Die aus dem Kessel *A* entweichenden Dämpfe strömen, wenn ein solcher Apparat *B* eingeschaltet worden, bei *d* in denselben und erleiden, indem sie diesen zum geeigneten Temperaturgrade erhitzten Kessel passiren, die zu erzielende weiter gehende Reinigung oder Rectification.

H in Fig. 219 ist ein Cylinder, der, falls man mit der Destillation gleichzeitig eine weitergehende Zersetzung einzelner Destillate, besonders die Bildung aromatischer Kohlenwasserstoffe verbinden will, durch eigene Feuerung beliebig erhitzt werden kann. Derselbe wird mit Holzkohlen oder anderen porösen Materialien angefüllt, bis zur Glühhitze gebracht und die sich aus *A* entwickelnden Dämpfe werden durch das Rohr *d* bis auf den Boden von *H* geleitet. Unter dem ansaugenden Einfluss des Zerstäubungsapparates *B* steigen die Dämpfe durch die glühende Füllung und an den Wandungen von *H* empor und erleiden hierbei die beabsichtigte Zersetzung.

---

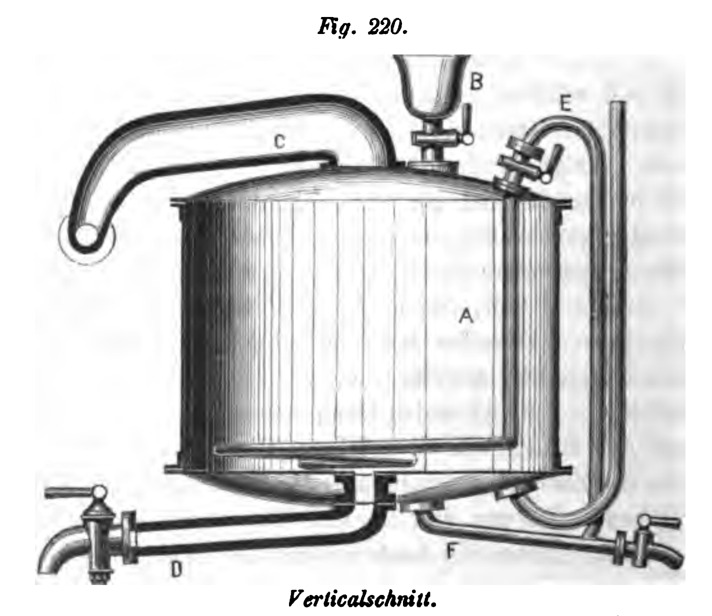
3. Verarbeitung der Paraffinmasse.

Die Paraffinmasse ist die, wie schon früher erwähnt, nach dem Solaröl und Paraffinöl übergehende beim Abkühlen butterartig erstarrende Masse und ist eine gesättigte Auflösung von festen Kohlenwasserstoffen in Paraffinöl, welche von diesem nur durch die geringere Flüchtigkeit und das höhere specifische Gewicht verschieden ist.

Von der Methode der Theeraufarbeitung hängt die Behandlung der Massen ab, und dieselbe geschieht nach den drei — Seite 788 — angegebenen Methoden. Die bei Methode 1 gewonnene Paraffinmasse ist, da das sogenannte Kreosot zum grössten Theil mit dem Rohöle übergeht, hauptsächlich von

den verunreinigenden Brandharzen zu befreien und geschieht dies durch Behandlung der entwässerten und auf 50° C. erwärmten Masse mit 3—5 % Schwefelsäure von 66° B. ganz in der bekannten Weise. Eine über 50° C. steigende Temperatur ist nachtheilig, da bei hoher Temperatur die Säure zersetzend einwirkt und durch die Operation selbst die Temperatur um

Fig. 220.



Verticalschnitt.

Grotowski's

A Apparat. *B* Füllhahn. *C* Helmrohr. *D* Abzugsrohr für

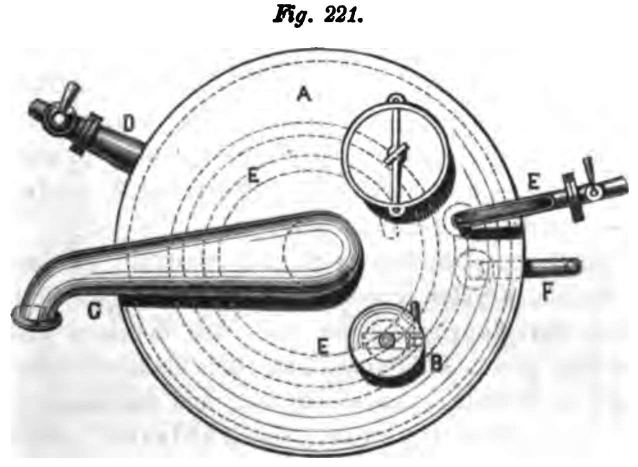
30—40° C. zunimmt. Nach einer 20 Minuten andauernden Wirkung überlässt man die Masse 3—4 Stunden der Ruhe; während dieser Zeit lagert sich die Harzmasse ab und wird durch einen weiten Hahn, der sich am tiefsten Punkte des Bodens eines Mischgefässes — Seite 794 — befindet, abgelassen. Durch wiederholtes Waschen mit heissem Wasser wird die Masse von der noch anhängenden Schwefelsäure befreit und wiederum zur Destillation gebracht. Die Destillation wird in gusseisernen Blasen, wie solche bei der Theerdestillation gebräuchlich sind, unter Dampfzuführung vorgenommen. Im Anfange gehen nur

Oele — etwa 10 % — über, die zu den übrigen zur Solaröl-fabrikation dienenden Oelen geschüttet werden; das ganze übrige Destillat läuft in die Krystallisationsgefässe.

Bei Methode 2 wird der auf 60° C. erwärmte Theer mit 3–5 % Schwefelsäure behandelt, gewaschen etc., über 1—2 % zu Staub gelöschtem Aetzkalk destillirt; alsdann wird die erhaltene Paraffinmasse gesammelt und heiss in die Krystallisationsgefässe gebracht.

Bei Methode 3 wird die gewonnene Paraffinmasse bei

Fig. 221.



Grundriss.

Abblaseapparat.

Paraffin. *E* Dampfschlange. *F* Abzugsrohr für Wasser.

50° C. mit 3½ % Schwefelsäure behandelt, nach 4stündigem Absetzen und nachdem die ausgeschiedenen sogenannten Brandharze entfernt worden sind, wird die Masse wiederholt mit heissem Wasser gewaschen, um die Säure vollständig zu entfernen und die letzte Waschung mit einem Zusatze von schwacher kohlensaurer Natronlauge bewerkstelligt. Die so gereinigte und gut entwässerte Masse wird möglichst warm zur Krystallisation gestellt.

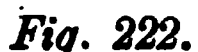
Die erste Krystallisation — Seite 622 — geschieht am zweckmässigsten in Gefässen von 2—3 Metercentnern Inhalt und

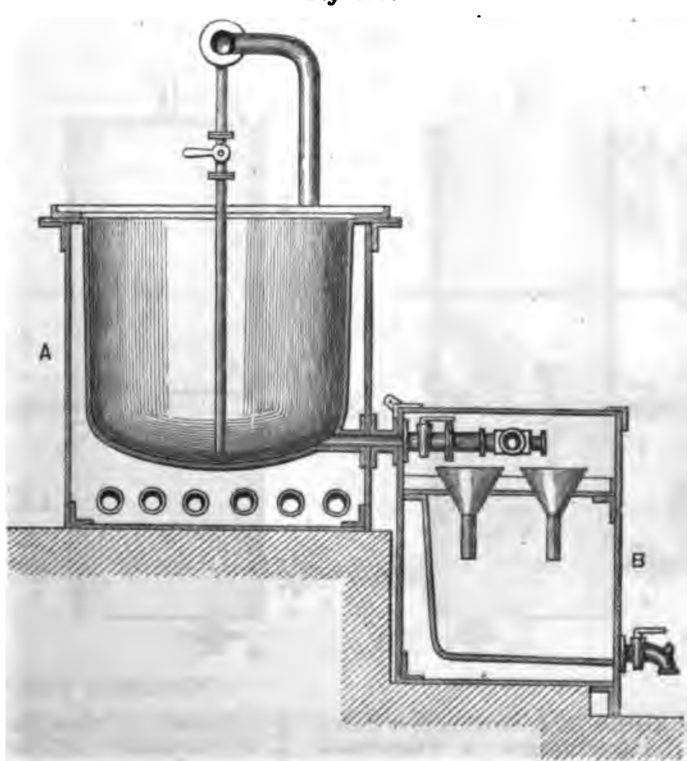
da, wo es sich um Verarbeitung grosser Massen in möglichst kurzer Zeit handelt, in Kapseln von 20 Kilo Inhalt. In Gefässen von 1½—2 Metercentner krystallisiren die Massen bei + 9° C. und sind nach 8—10 Tagen auszuarbeiten. Bei Anwendung grösserer Bassins — bis 20 Metercentner — sind bis 4 Wochen, je nach der angegebenen Temperatur, erforderlich. Bei Krystallisation in Kapseln wendet man zweckmässig Wasserkühlung an und kann schon in 3 Tagen die krystallinisch gewordene Masse ausarbeiten. Bei der Krystallisation in Bassins scheidet sich das Paraffin in perlmutterglänzenden Massen ab; welche gepresst, centrifugirt etc. werden.

Die rohen Presskuchen werden dann mit 10—15 % der leichtesten Oele — Benzinen — zusammengerührt und wie beim Petroleum und Ozokerit angegeben, weiter verarbeitet. Handelt es sich dabei um die zu erzielende Qualität, so müssen die Kuchen in derselben Weise aufgearbeitet und 2, 3 oder 4 Mal gepresst werden — Seite 623, 624, 674, 676 —.

Einmal gepresste Rohwaare giebt **Naturell**, zweimal **Brillant**, dreimal **Krystall II** und viermal **Krystall I** Qualität. Das gepresste Paraffin riecht stark nach den Benzinen und wird, um es von diesen Substanzen und dem dadurch anhaftenden Geruche zu befreien, eingeschmolzen und sogenannt „abgeblasen“ — (diese Operation, „das Abblasen“, ist die Behandlung der Oele mittelst Wasserdämpfen, aber nicht überhitzten) —. Das Paraffin wird dann auf Abblaseständer — Fig. 220 u. 221, Seite 816 u. 817 — gebracht und je nach Füllung 6—8 Stunden mit Dampf von möglichst hoher Spannung behandelt. *A* ist der Apparat, *B* der Füllhahn, *C* Helmrohr, *D* Abzugsrohr für Paraffin, *E* Dampfschlange und *F* Abzugsrohr für Wasser; an *C* schliesst sich eine in einem Kühlfasse befindliche Kühlschlange, um das abgeblasene Benzin, welches gegen Ende stark paraffinhaltig wird, zu condensiren. Es werden hierbei 2—2½ % Benzin und Paraffin aufgefangen. Das nach dieser Methode dargestellte Paraffin erfordert, um ihm das matte, trübe Aussehen zu nehmen, noch eine Schönung und geschieht dieselbe nach dem Rahmdor'schen Verfahren, wie Seite 627 u. f. beschrieben und in Fig. 222 dargestellt.

Wie in früheren Kapiteln bereits angegeben, ist die Wiedergewinnung des Paraffins aus den zur Entfärbung dienenden Materien nicht so leicht zu bewerkstelligen. Wernecke — D. R. P. 27333 — hat zu diesem Zwecke einen Apparat construirt, der in den Figuren 223 und 224 a. f. S. dargestellt ist.


Fig. 222.

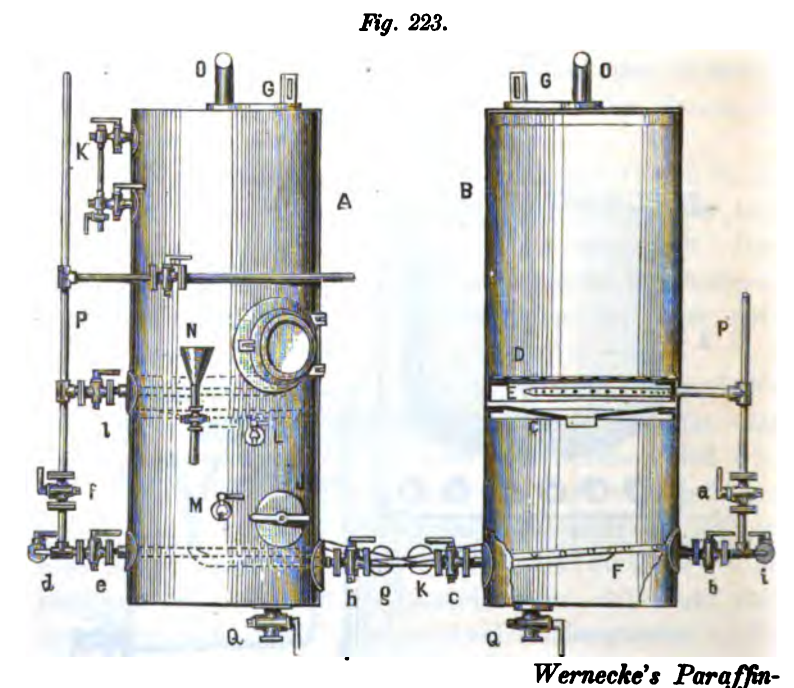


Rahmdor's Paraffinfilterapparat.
A Mischapparat. *B* Filterapparat.

Der Apparat besteht aus zwei Gefässen *A* und *B* aus Eisenblech mit trichterförmigen Böden *C*, Siebböden *D*; mithin 3 Abtheilungen in jedem Gefässe. In die obere Abtheilung wird das zu behandelnde Material und das Lösungsmittel gebracht, in die mittlere zwischen *C* und *D* das Filtermaterial: Dochtabfälle, Heede; dazwischen liegt die offene Dampfschlange *E*, für

directen Dampf, mit centraler Oeffnung nach *C* und das Filtermaterial oben und unten mit Siebblech bedeckt. In der untersten Abtheilung ist die geschlossene Dampfschlange *F* für indirecten Dampf. Dann sind an den Einfüllöffnungen *G* und Ausräumöffnungen *H* und *J* ein Wasser(Oel)standzeiger *K* und die beiden Probirhöhne *L* und *M* zur Beobachtung des inneren Vor-

Fig. 223.



Wernecke's Paraffin-

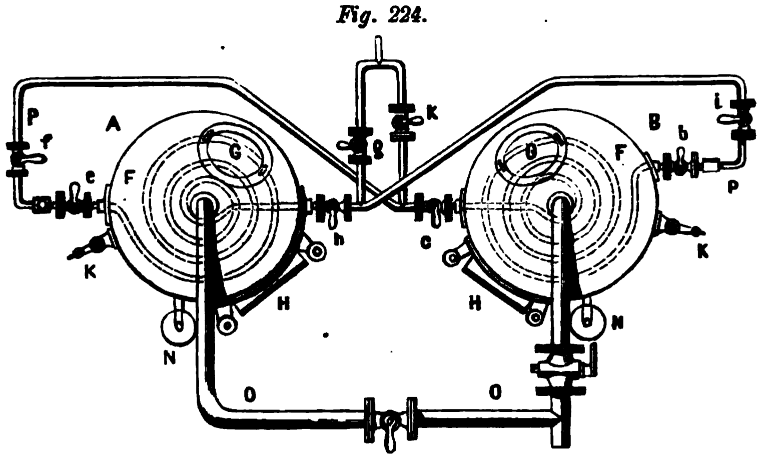
A, *B* Gefäss. *C* trichterförmiger Boden. *D* Siebboden. *E* offene Dampfräumöffnungen. *K* Wasserstand. *L*, *M* Probehähne. *N* Trichter.

ganges angebracht. Durch das Rohr *O* werden die aus dem Inhalte sich entwickelnden Gase und Dämpfe von einem Condensator gebracht und durch Rohr *P* directer Dampf eingeleitet. Der Betrieb ist alternirend, so dass in einem Gefässe die Extraction oder Maceration erfolgt, gleichzeitig im anderen die Abdestillation aller flüchtigen Substanzen aus den Materialien.

Das Gefäss *A* nimmt das zu extrahirende Material, die zum Entfärben benutzte und bereits durch Auskochen mit Wasser

möglichst vom Paraffin befreite Knochenkohle, Schwärze der Blutlaugensalzfabriken etc. auf. Der Apparat *E* ist oben und unten durch Siebe geschlossen und enthält das oben erwähnte Filtermaterial. Die untere Abtheilung von *A* wird mit Wasser oder Salzlösung durch Trichter *N* bis zum Hahn *L* gefüllt, dann das Lösungsmittel — Benzine — durch *G* aufgegossen. Das Filtermaterial in *E*, also der mittleren Abtheilung wird durch den Trichter *N* mit Benzinen imprägnirt, um gegen die auftretenden Wasserdämpfe zu schützen. Nach erfolgter Beschickung und Schluss von der Einfüllöffnung *G* wird in die Schlange *F* Dampf aus der gleichen Rohrschlange von *B* geleitet; hierzu sind die Hähne *a* und *b* offen, ebenso die Hähne *c*, *d*, *e*, da-

Fig. 224.



Extractionsapparat.

schlange. *F* geschlossene Dampfschlange. *G* Einfüllöffnung. *H*, *J* Aus-
O Ableitungsrohr. *P* Zuleitungsrohr. *a, b, c, d, e, f, g, h, i, k, l* Hähne.

gegen *f* und *g* geschlossen. Die oberste Abtheilung von *A* wird nun durch die erwärmte Salzlösung erwärmt und dadurch das Paraffin gelöst; diese Lösung sinkt durch das Filter nach der untersten Abtheilung und wird durch den Hahn *Q* abgelassen damit ist der erste Theil des Processes beendet. Dann erfolgt die Destillation in *A*, in *B* Entleerung und später frische Füllung, während die Hähne *a* und *g* geschlossen, *f* geöffnet und Dampf nach *F* vom Gefäss *A* geleitet ist, welcher von *F* durch

Hahn *h*, *b* und *i* nach *F* im Gefäss *B* — Fig. 224 — durch *k* ins Freie streicht. Zugleich wird Hahn *l* geöffnet und durch die offene Schlange *E* directer Dampf nach der oberen und mittleren Abtheilung von Gefäss *A* geleitet u. s. f.

Hierdurch findet Temperaturerhöhung und Verflüchtigung der nach dem unteren Theile von *A* gelangten Paraffinlösung, welche theilweise als Dampf durch *O* abzieht, theilweise an der Füllung der oberen Abtheilung condensirt, abtropft und wieder verflüchtigt wird, schliesslich wird der letzte Rest des Oeles als Dampf durch *C* abgetrieben. Ist dies geschehen, dann werden alle Hähne von *A* geschlossen und die vollkommen ausgelaugte Beschickung durch *H* entfernt.

Das fabrikmässig dargestellte Braunkohlenparaffin ist ohne Geschmack und ohne Geruch, im flüssigen Zustande farblos, durchsichtig und so leicht filtrirbar wie Wasser. Die härteren Sorten sind im festen Zustande bläulich-weiss und durchscheinend, auf der Oberfläche glasglänzend; die weicheren Sorten sind alabasterweiss, matt und nur in der Wärme durchscheinend. Die harten Sorten sind klingend, die weichen klanglos, im Anfühlen schlüpfrig trocken, aber nicht fett; in geringer Wärme wird es sehr plastisch und leicht formbar. Bei dem Uebergange aus dem flüssigen in den festen Zustand zieht es sich sehr leicht zusammen und ist sehr geneigt zu reissen. Es verflüchtigt sich zwischen 350—400° C., aber nicht ganz ohne Zersetzung. In eine Flamme gebracht schmilzt es ohne zu brennen; erst bei der beginnenden Verdampfung, bei 162° C., entzündet es sich und brennt mit weisser Flamme unter geringer Kohlenstoffausscheidung. Bei fabrikmässiger Darstellung erhält man bei der Sommerkrystallisation oft Krystalle von 15—20 Cm.

Das B r a u n k o h l e n p a r a f f i n — Seite 211, 225, 635 — löst sich in Aether, Benzol und allen leichten Kohlenwasserstoffen, ätherischen und fetten Oelen, Schwefelkohlenstoff, in absolutem Alcohol nicht vollständig und rectificirter Alcohol nimmt nur 3,5 % davon auf. Aus der Lösung in Aether scheidet es sich nach dem Erkalten gallertartig aus, aus der Lösung in den übrigen genannten krystallisirt es in schönen Blättern.

Nach F. Krafft sind die Braunkohlenparaffine mit den künstlichen Normalparaffinen identisch und geht die Identität aufs Deutlichste aus folgender Tabelle hervor:

1. **Braunkohlenparaffine isolirt.**

	$C_{22}H_{46}$	$C_{24}H_{50}$	$C_{26}H_{54}$	$C_{28}H_{58}$
Schmelzpunkt .	43—44° C.	50—51° C.	55,5—56°C.	60—61° C.
Spec. Gew. aber geschmolzen .	0,7778	0,7786	0,7792	0,7793
Siedepunkt unter 15 Mm. . . .	224—226 „	243—245 „	261—263 „	279—281 „

2. **Künstliche Normalparaffine.**

Schmelzpunkt .	44,40° C.	51,10° C.	57,00° C.	61,5° C.
Spec. Gew. aber geschmolzen .	0,7782	0,7786	0,7790	0,7796
Siedepunkt unter 15 Mm. . . .	224,5° C.	243° C.	261° C.	279° C.

Die Zusammensetzung der verschiedenen Paraffinsorten ist folgende:

Zusammensetzung der verschiedenen Paraffinsorten.

Paraffin aus:	sächsischer Braunkohle	Ozokerit	Boghead-kohle	Torf	Petroleum
Kohlenstoff . .	85,02 %	85,26	85,00	84,95	84,75
Wasserstoff . .	14,98 „	14,74	15,00	15,05	15,25

Das Paraffin mischt sich in allen Verhältnissen mit Stearin, Walrat und Wachs. Bei Mischung von Stearin und Paraffin zeigt sich ein ähnliches Verhalten wie bei Metalllegirungen; der Schmelzpunkt der Gemische ist immer niedriger als der der einzelnen Bestandtheile, wie sich aus nachstehender Tabelle von Grotowski ergiebt.

Schmelzgrade von Paraffin- und Stearinmischungen.

Hartparaffin und Stearin			Weichparaffin und Stearin					
Paraffin	Stearin	Schmelzpunkt	Paraffin	Stearin	Schmelzpunkt	Paraffin	Stearin	Schmelzpunkt
100		56° C.	100		48° C.	100		37,5° C.
90	10	53,25°C.	90	10	50 „	90	10	36 „
80	20	52,75 „	80	20	48 „	80	20	37 „
70	30	52,50 „	70	30	46 „	70	30	38 „
60	40	48,50 „	60	40	45 „	60	40	39 „
50	50	47,00 „	50	50	44,50°C.	50	50	41,5 „
40	60	47,00 „	40	60	44,75 „	40	60	44 „
30	70	48,50 „	30	70	47,50 „	30	70	46 „
20	80	49,00 „	20	80	49° C.	20	80	48,5 „
10	90	52,25 „	10	90	52 „	10	90	50 „
	100	53,00 „		100	53 „		100	50,5 „

Grotowski hat auch mittelst Aräometer die Dichtigkeit von Paraffinsorten im flüssigen Zustande untersucht und fand dieselbe wie in nebenstehender Tabelle angegeben.

Wie aus der Aufstellung ersichtlich ist, nimmt die Dichtigkeit des Paraffin bei je 5° C. Temperaturabnahme fast durchweg um 0,004 zu. Die bei beiden Bestimmungen, durch Aräometer bei der dem Schmelzpunkte am nächsten gelegenen Temperatur und lege artis durch Wägung gefundenen Zahlen verglichen, ergeben für Paraffin eine Ausdehnung und umgekehrt eine Zusammenziehung von $^1/_7$ des Volumens bei harten und $^1/_9$ des Volumens bei weichen Sorten; denn während das spec. Gew. im flüssigen Zustande für Paraffine von 27—58° C. Schmelzpunkt bestimmt sich zwischen 0,775 und 0,781 bewegt, variirt es für dieselben Paraffine im festen Zustande von 0,870—0,915.

Paraffin, welches wie bekannt eine ungeheure Widerstandsfähigkeit gegen chemische Agentien besitzt, zeigt ein höchst interessantes Verhalten gegen Schwefel. Paraffin mit Schwefel nach Galletay mässig erhitzt, zersetzt sich vollständig, Kohlenstoff wird frei und Schwefelwasserstoffgas entwickelt sich reichlich; Paraffin giebt also eine leichte Methode ab, dieses Gas rein

Specifische Gewichte von Paraffinsorten im flüssigen Zustande nach Grotowski.

Temperatur	Schmelzpunkte nach Celsius							
	27°	34°	37,5°	42,5°	45°	52°	56°	58°
81,25° Celsius	—	—	—	—	—	—	—	0,765
75,00° "	—	—	—	—	—	0,765	—	0,769
68,75° "	—	—	0,759	0,764	0,766	0,769	0,773	0,773
62,50° "	—	—	0,762	0,768	0,770	0,773	0,777	0,777
58,75° "	—	—	—	—	—	—	—	0,781
56,25° "	—	—	0,766	0,772	0,774	0,777	0,781	—
50,00° "	—	0,776	0,770	0,776	0,778	—	—	—
47,50° "	—	—	—	—	0,781	—	—	—
43,75° "	0,771	0,779	0,774	0,780	—	—	—	—
37,50° "	0,775	—	0,779	—	—	—	—	—
Spec. Gewicht des flüssigen Paraffin bei der dem Schmelzpunkte zunächst liegenden Temperatur	0,775	0,779	0,779	0,780	0,781	0,777	0,781	0,781
Spec. Gewicht des festen Paraffin . .	—	—	0,874	0,879	0,880	0,898	0,913	0,915
Differenz	—	—	0,095	0,099	0,099	0,121	0,132	0,134
Ausdehnung (Zusammenziehung) . .	—	—	1/9	1/9	1/9	1/7	1/7	1/7

zu entwickeln. Wenn beide Körper, Paraffin im Ueberschusse, in einem Kolben erhitzt werden, so erhält man eine fast regelmässige Gasentwicklung; es ist dieses einfache Verfahren bei analytischen Arbeiten, wenn wenig Schwefelwasserstoffgas gebraucht wird, aber nicht zu empfehlen, da bei zu starkem Erhitzen der Masse die Gasentwicklung von Explosionen begleitet ist.

Spec. Gew. und Schmelzpunkte von Paraffinen nach Albrecht.

	Schmelzpunkt	Spec. Gew.
Solaröl-Paraffin	38° C.	0,869—0,872
Secundaparaffin	43° „	0,882—0,883
Secundaparaffin	43° „	0,888—0,889
Presspareffin II	46° „	0,883—0,887
Pressparaffin I	51° „	0,908—0,909
Hartparaffin	56° „	0,910—0,912

Die **Verwendung des Paraffin** ist eine ausserordentlich mannigfaltige. Die härteren Sorten dienen fast ausschliesslich als Kerzenmaterial und muss hier in Betreff der Darstellung der Kerzen auf das Kapitel XVIII, Kerzenfabrikation in Schaedler's Technologie der Fette und Oele des Pflanzen- und Thierreichs verwiesen werden. Ferner zur Appretur für Wäsche und Webstoffe, denen es einen schönen Glanz verleiht; in Laboratorien zum Verschluss für Säure und Aetzlauge; zu Paraffinbädern — Seite 753 —, wenn es sich um constante hohe Temperaturen handelt.

Die weicheren Sorten dienen als Zusatzmittel für Wachs, Stearin und für Kerzen aus diesen Materialien; zum Imgrägniren von Leinewand zu wasserdichten Planen und mit elastischem Gummi zusammengeschmolzen zur Anfertigung wasserdichter Kleiderstoffe. Ferner dient es zum Imprägniren von Papier, von Holz für Zündhölzchen; in den Zuckerraffinerien, um das Steigen der schleimigen Zuckersäfte zu vermeiden, zu Kühlbädern bei der Hartglasfabrikation.

Paraffin ist ferner Nichtleiter der Elektricität und wird daher als Isolator bei der Telegraphie verwandt. Es dient aber

auch zum Dichten von Wein- und Bierfässern und zum Imprägniren von hölzernen Gährbottichen in der Brauerei und Brennerei — Stahlschmidt D. R. P. Nr. 10110 —; als Mittel zur Enfleurage gewisser Wohlgerüche wie Reseda, Veilchen, Tuberosen, Orangenblüthen, Jasmin etc., ebenso kann auch durch Paraffin Gasen der Schwefelwasserstoff entzogen werden.

Das Braunkohlentheerparaffin kommt als Rohparaffin in Schuppen oder als raffinirtes Paraffin in kleinen krystallinischen weissen Blöcken in den Handel. Je härter es ist und je höher der Schmelzpunkt liegt, desto theurer ist es. Die deutsche Pharmacopoe verlangt als **Paraffinum solidum** ein Paraffin, welches zwischen 74—80° C. schmilzt; die Prüfung geschieht in gleicher Weise wie — Seite 636 — bei **Paraffinum liquidum** angegeben.

---

4. Retorten- etc. Rückstände.

Die Retortenrückstände von der Theerdestillation können wie beim Steinkohlentheer — Seite 743 — auf Pech, Asphalt etc. verarbeitet, oder bis zum Theercoks abdestillirt werden. Wird der Theer für sich rectificirt, so ist der Rückstand als vorzügliches Heizmaterial verkäuflich, wird jedoch über Kalkhydrat destillirt, so resultirt ein lockerer Coks, der sich beim Feuchtwerden stark und oft bis zur Selbstentzündung erhitzt; deshalb muss derselbe täglich unter den Blasen mit verfeuert werden.

Nach Grotowsky wird das von den Mischapparaten abgezogene Säureharz in ausgebleiten Gefässen oder alten gusseisernen Blasen mit heissem Wasser vermischt und durch directen Dampf gewaschen. Nachdem die Masse der Ruhe überlassen, scheidet sich das Brandharz oben, die Säure unten ab. Die ausgeschiedene Säure, welche durch organische Substanzen schwarz gefärbt ist, wird in Stärke von 40—50° B. an Superphosphatfabriken verkauft, welche selbige zur Aufschliessung von Phosphorit und Knochenkohle benutzen.

Das Harz wird gut ausgewaschen, mit dem etwa nicht verwertheten Kreosot gemengt und das Gemisch einer Destillation unterworfen, wobei, je nachdem Goudron oder Asphalt resultiren soll, wenig oder mehr Oel abdestillirt wird. Soll

Goudron das Endproduct sein, so wird die Destillation so weit getrieben, bis eine abgelassene Probe nach dem Erkalten sich in Fäden ziehen lässt und auf einen Stein gelegt noch breit läuft, also steife Brotteigconsistenz besitzt. Soll Asphalt Endproduct sein, so wird mehr und so lange Oel abdestillirt, bis eine abgelassene Probe nach dem Erkalten sich glasartig spröde und beim Zerschlagen einen muschligen Bruch zeigt. Goudron findet zur Fabrikation von Dachpappen, hin und wieder auch zu Bauten Verwendung, Asphalt dagegen wird meistens als Bindemittel bei Briquettirung von Steinkohlen verwendet.

Rückständige Rohöle, aus Carbolsäure, Paraffin und anderen Stoffen bestehend, dabei eine Dichte von 0,895—0,945 zeigend, welche sich in Theerfabriken zu grossen, fast unverwerthbaren Massen anhäufen, werden nach Breitenlohner destillirt und die Dämpfe bei stürmischer Destillation durch ein hellglühendes Rohr getrieben; die darauf condensirten Oele werden in bekannter Weise mit Lauge und Schwefelsäure behandelt und liefern ein zum Brennen in Lampen wohlgeeignetes Oel, das **Pyrogen**. Das Pyrogen ist dem Solaröl ähnlich, ein lichtweingelbes Oel von 0,825—0,845 specifischem Gewichte.

Nach Huth werden in Schottland für die Paraffin- und Mineralöl-Industrie jährlich circa 233000 Tons à 20 Centner = 4 660 000 Centner Bogheadkohle verarbeitet und werden daraus 8 000 000 Gallonen = 650000 Centner Theer gewonnen, aus welchen fabricirt werden:

500 000 Gall.	= ca.	40000 Ctr.	Naphta	= 0,725 spec. Gew.
4 000 000 „	= „	320000 „	Brennöle	= 0,805—0,815
1 035 000 „	= „	82000 „	Schweröle	= 0,840—0,860
200 000 „	= „	16000 „	Zwischenöle	= 0,830—0,835
	und	62000 „	Paraffin	
	ferner	23000 „	schwefelsaures Ammoniak	
		543000 Ctr.	= 82 % Ausbeute.	

Der Fabrikationsverlust beträgt also 18 %. Das betreffende Unternehmen arbeitet mit einem Betriebskapitale von 600000 Pfd. Sterling = 12 000 000 Mark und besitzt 12 Kohlengruben, in diesen und in den Fabriketablissements sind 2100 Arbeiter beschäftigt. Die vorhandenen Maschinen entsprechen 3495

Pferdekräften. Zwei Aethereismaschinen mit einer Leistung von 200 Centner Eis pro Tag und daneben Luftcompressionsmaschinen sorgen für Kälteerzeugung.

Ueber die sächsischen Paraffin- und Photogenfabriken liegen aus den letzten Jahren Durchschnittsdaten vor, wie sie in der Tabelle — Seite 830 — angegeben sind.

Die jährlich verarbeiteten ca. 44 Mill. Kg. Theer liefern:

15 200 000	Kilogr.	Benzin, Photogen, Solaröl, helles
7 600 000	„	Gas und Schmieröle, Paraffinöl
6 100 000	„	Hart- und Weichparaffin
4 200 000	„	Nebenproducte
33 100 000	Kilogr.	= 75 %.

Der bedeutende Verlust von 25 % entsteht in der Hauptsache durch Vergasung und Kohlenstoffabscheidung bei den wiederholt erforderlichen Destillationen.

Bei den Braunkohlen- und Schiefertheeren ist noch ein Präparat, „**Ichthyol**", zu erwähnen; es ist das Product der trocknen Destillation eines bei Seefeld in Tyrol vorkommenden, besonders an Fischresten reichen bituminösen Schiefers — S. 125 —, welches circa 10 % Schwefel enthält und in neuerer Zeit gegen Hautkrankheiten und Rheumatismus angewandt wird.

Die Verarbeitung des **Torftheeres** und **Holztheeres** schliesst sich der Verarbeitung des Braunkohlen- und Schiefertheeres vollkommen an und finden sich nähere Angaben über die Torftheerproducte und Ausbeuten Seite 186.

Sanitäre Verhältnisse der Arbeiter in Mineralölfabriken.

In sanitärer Beziehung ist nach Eulenberg zu beachten, dass die Arbeiter in den Mineralölfabriken vorzugsweise an der sogenannten Theerkrätze leiden, einer Hautaffection, welche sich nach der Widerstandsfähigkeit des Hautorgans verschiedenartig gestaltet; sie kann mit einer einfachen Akne — Knotenausschlag — beginnen, sich aber bis zu einer ungewöhnlichen

Firma der Fabrik	Fabrikort	Verarbeiteter Theer	Zur Aufarbeitung gebrauchte Kohle	Zahl der Arbeiter	Ungefähres Anlage-Kapital
		Kilo	Hectoliter		Mark
1. A. Riebek in Halle	Webau	13 842 000	600000	450	1 800 000
2. Sächs.-Thür. Actien-Gesellsch. für Braunkohlenverwerthung in Halle	Gerstewitz	6 350 497	375000	146	760000
3. Ver. Sächs.-Thür. Paraffinfabriken	Döllnitz	4 135 262	251000	72	750000
4. Rossner, Schneider & Co.	Zeitz	3 930 000	208000	104	750000
5. Werschen-Weissenfelser Braunkohlen-Actien-Gesellsch. in Weissenfels	Köpsen	3 368 000	160774	103	500000
6. F. A. Vehrigs & Söhne	Teuchern	2 632 000	132246	70	500000
7. Waldauer Braunk.-Industrie-Gesellsch.	Waldau	2 109 990	173410	47	570000
8. Dörstewitz-Rattmannsdorf, Braunkohlen-Industrie-Gesellsch.	Rattmannsdorf	1 880 000	76000	44	320000
9. C. H. Schulz	Wildschütz	1 291 780	73000	20	200000
10. L. Schilling	Halle	1 225 237	60364	24	180000
11. Rehmsdorf, Mineralölfabrik, Actien-Gesellsch. vorm. Hübner	Rehmsdorf bei Zeitz	1 031 000	116207	45	861000
12. Otto Schmidt in Zeitz	Trebnitz bei Teuchern	1 002 700	72233	19	225000
13. Bunge & Corte in Halle	Oberröblingen am See	1 000 000	45000	25	200000

Vergrösserung der Knötchen ausdehnen; es sind die Glandulae sebaceae — Talgdrüsen —, welche zunächst afficirt werden, indem auf ihnen kleine Krusten entstehen die bei Vernachlässigung zusammenfliessen und Borken erzeugen. Beim Beginne der Krankheit kann man deutlich beobachten, wie sich die theerartige Masse an den einzelnen Glandulae sebaceae ablagert, zuerst kleine schwarze Punkte bildet und allmählich kleine Pusteln und Krusten hervorruft. In anderen Fällen bildet sich eine Art Psoriasis — Krätze —, die eine an Ichthyosis — Fischschuppenkrankheit — erinnernde Schuppenbildung zur Folge haben kann. Die Affection giebt sich ursprünglich an den oberen Extremitäten kund, welche mit den Theerölen zunächst in Berührung kommen; nur durch Berührung der Genitalien mit den schmutzigen Händen ist die Uebertragung dieser Krankheit auf das Scrotum — Hodensack — erklärlich, und sind bei Volkmann in der Klinik zu Halle sogar Hautcarcinome — Krebse — vorgekommen, welche Krankheit aber nur durch die gröbste Vernachlässigung und einen hohen Grad von Unreinlichkeit veranlasst worden ist. Stets wird es Kreosot und namentlich die Carbolsäure sein, welche den Theergebilden noch anhaften und in Folge der Manipulationen mit denselben die Hautaffection bedingen. Auch bei der Paraffinfabrikation ist es nicht das Paraffin, welches als Krankheitsursache zu beschuldigen ist; es sind vielmehr auch hier die ausgepressten Theeröle, die durch ihren Gehalt an Carbolsäure die Krankheit erzeugen; ebenso werden die Arbeiter in den Imprägnirungsanstalten mit Steinkohlentheer damit geplagt, dazu kommen aber auch noch chronische Augenentzündungen.

In keiner Werkstatt ist die Sorge für die strengste Reinlichkeit nothwendiger, als in den Mineralölfabriken und überhaupt bei den Manipulationen mit den verschiedenen Theersorten. Die Herstellung von Badeeinrichtungen ist daher ein unumgängliches Erforderniss, denn durch regelmässige Reinigung der Haut würde allen diesen Krankheiten am sichersten vorzubeugen sein.

---

5. Mineralölgas- oder Paraffinölgas-Bereitung.

Die Vorzüge des Leuchtgases vor allen anderen Beleuchtungsmaterialien, mit Ausnahme der elektrischen Beleuchtung, sind allgemein anerkannt; aber das Kostspielige der Anlagen zur Steinkohlengasbereitung hat einer allgemeinen Einführung bis jetzt im Wege gestanden. Die Verwendung der Oelrückstände der Petroleumraffinerien oder der Mineralölfabriken, in Deutschland Paraffinöl und seiner Fluorescenz wegen in England und Galizien Blauöl oder Grünöl, gegenwärtig allgemein Gasöl genannt, hat die Anlagekosten für die Gasbereitung auf den vierten Theil reducirt, dazu kommt noch, dass die Herstellung des Gases eine äusserst einfache, in den meisten Fällen durch einen einzigen Arbeiter zu bewerkstelligende ist. Ein Mann ist im Stande die Bedienung eines Apparates von stündlich 20—25 Cubikmeter Leistungsfähigkeit bequem auszuführen.

An Lichtstärke wird das Paraffinölgas von keinem anderen Gase übertroffen, es enthält vier- bis fünfmal so viel Aethylen und ausser diesem homologe Kohlenwasserstoffe, 28,91 % gegen 6,46 % im Steinkohlengas, 10,6 % im Holz- und 9,52 % im Torfgas und beruht hierin die ausserordentliche Leuchtkraft.

A. Hilger fand die Zusammensetzung des Paraffinölgases folgendermaassen:

Spec. Gew. des Gases = 0,724

Schwere Kohlenwasserstoffe .	28,91 %
Leichte Kohlenwasserstoffe .	54,92 „
Wasserstoffgas	5,65 „
Kohlenoxydgas	8,94 „
Kohlensäure	0,82 „
	99,24 %

Das Paraffinölgas ist fast völlig frei von allen die Leuchtkraft beeinträchtigenden Beimischungen und sind daher Reinigung und die dazu nöthigen Apparate überflüssig. Entsprechend dem fünfmal geringeren Verbrauch von Gas bedürfen die Apparate, Gasometer und in verhältnissmässiger Weise auch

die Rohrleitungen nur den fünften Theil der Dimensionen der in Vergleich kommenden Anlagen bei einer Steinkohlengasanstalt. Das Oelgas verliert im Gegensatz zum Steinkohlengas durch längeres Aufbewahren im Gasometer nicht an Güte. Dies ist für kleinere Fabriken von Vortheil, weil sie das Gas längere Zeit im Voraus machen und dann allmählich verbrauchen können.

Zur Vergasung von Paraffinöl werden liegende und stehende Retorten angewendet. Eine Retorte mit einem 10,6 Cbm. fassenden Gasometer eignet sich zu einer Einrichtung von 30 bis 70 Flammen, eine solche mit 15,5 Cbm. fassendem Gasometer für Einrichtungen von 70—100 Flammen; zwei Retorten mit einem 31 Cbm. fassenden Gasometer reichen für 100 bis 200 Flammen hin.

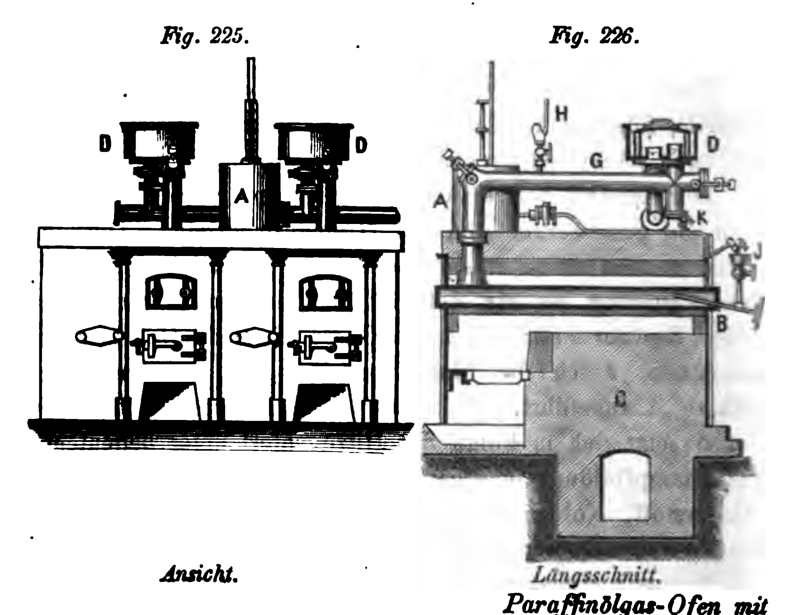
Nach Grotowsky haben die Gasapparate mit liegenden Retorten folgende Einrichtung, welche in den Figuren 225 bis 228 noch näher veranschaulicht ist.

Der Apparat besteht aus dem gemauerten Ofen *C*, in welchen die gusseisernen Retorten *B* eingezogen sind. Diese Retorten werden durch entsprechende, aus der Zeichnung ersichtliche Feuerung bis zur Rothglühhitze erwärmt, worauf denselben das zur Fabrikation des Gases dienende Oel in Strohhalmstärke durch die Einlaufvorrichtung *J* aus dem Blechgefässe *A* zugeführt wird. Das in die Retorten einfliessende Oel zersetzt sich in Folge der Hitze sofort unter bedeutender Theerdampfbildung in schwere und leichte Kohlenwasserstoffe, Wasserstoff, Kohlenoxyd, Kohlensäure, Sauerstoff, Stickstoff. Die schweren Kohlenwasserstoffe sind die lichtgebenden, Sumpfgas, Wasserstoffgas und Kohlenoxyd die verdünnenden, Kohlensäure etc. die verunreinigenden Bestandtheile des Gases. Gase und Theerdämpfe steigen nur durch entsprechende Rohre in das Gefäss *D*, welches eine Schicht Theer enthält und den Zweck hat, die Theerdämpfe zu condensiren und den Rücktritt des Gases in die Retorten zu verhindern. Von hier aus geht das Gas in die Condensatoren *E*, in denen es von den noch zurückgebliebenen schweren condensirbaren Theerbläschen durch Reibung an den eingefüllten Coks befreit wird. Hierauf passirt das Gas noch den Rückverschluss *F*, welcher den Zweck

hat, das Zurücktreten des Gases zu verhindern, und geht von hier in den Gasometer, welcher nach allgemein bekannter Construction angelegt ist. Das Manometer *H* dient dazu, den Druck des Gases beim Heraustreten aus der Retorte zu constatiren. Zur Beurtheilung einer gleichmässigen und richtigen Gaserzeugung sind bei *K* Probirhähne angebracht, um die Farbe des Gases zu controliren; dieselben haben zugleich den Nutzen, den im Rohre *G* niedergeschlagenen Theer herauszulassen.

Die Hauptthätigkeit des mit der Gasfabrikation betrauten Arbeiters besteht darin, die Retorten ihrer ganzen Ausdehnung nach in eine möglichst gleichmässige Ziegelrothglühhitze zu

Fig. 225. *Fig. 226.*



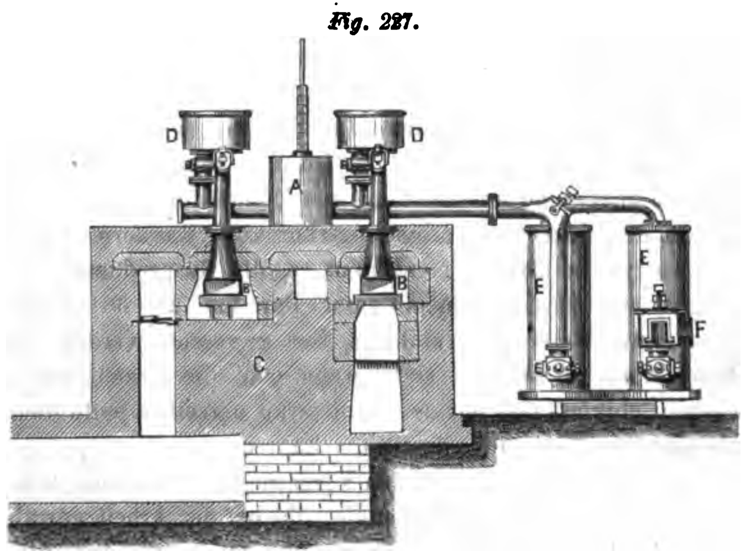
Ansicht. *Längsschnitt.*

Paraffinölgas-Ofen mit

A Blechgefäss. *B* Retorten. *C* Ofen. *D* Condensationsgefäss. *E J* Einlaufvorrichtung.

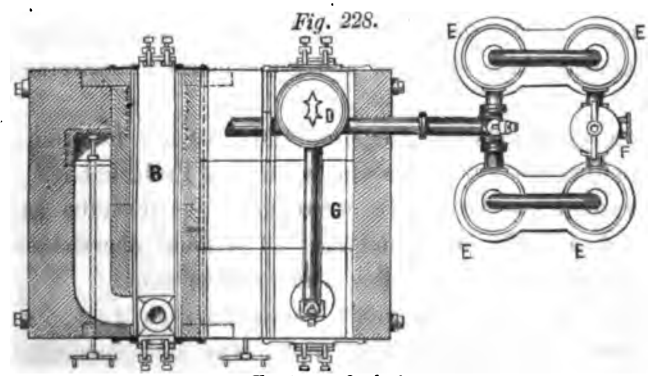
versetzen. Zur Beobachtung des jeweiligen Zustandes der Retorten dienen die Schaulöcher. Bemerkt der Arbeiter bei Benutzung dieser Schaulöcher, dass sich die Retorte ungleichmässig erhitzt, so hat er in dem angebrachten Zugschieber ein einfaches Mittel, die Flammen über die Retorte hinweg gleichmässig zu vertheilen. Ferner hat der Arbeiter darauf zu

Fig. 227.



Verticalschnitt.

Fig. 228.



Horizontalschnitt.

liegenden Retorten.

Condensatoren. *F* Rückverschluss. *G* Theerröhren. *H* Manometer. *K* Probirhähne.

achten, dass die Flamme nicht weiss, sondern roth brennt, was er durch richtige Anwendung des Zugschiebers ebenfalls leicht bewerkstelligen kann.

Bei einer unregelmässigen Erhitzung der Retorten können, wenn die eine Seite weissglühend, die andere noch dunkel ist, Sprünge und Risse hineinkommen, welche Gasverluste etc. ver-

ursachen. Wenn die Retorte zu wenig erhitzt wird, so wird ausser der übermässigen Theerbildung in den Condensatoren auch ein bedeutender Asphaltansatz in den Retorten bewirkt, d. h. das Oel hat nicht seine sämmtlichen zur Gasfabrikation geeigneten Stoffe hergegeben. Wird die ganze Retorte überhitzt, so findet eine Ausscheidung von Kohlenstoff statt, welcher sich in den liegenden Verbindungsrohren in Russform ansetzt.

Am vortheilhaftesten erscheint es, die Gasproduction derartig zu leiten, dass aus einem Centner Paraffinöl 28—30 1/3 Cubikmeter, circa 900—1000 Cubikfuss, Gas gewonnen werden. Bei dieser Ausbeute ergeben sich, wenn man die Anzahl der erzielten Cubikfuss Gas mit der Lichtstärke derselben multiplicirt, die höchsten resp. die günstigsten Zahlen.

Die Ausbeuten bei gleichem Vergasungsmaterial sind lediglich von der Temperatur abhängig, die bei der Arbeit gewählt wird. Je niedriger die Temperatur, desto weniger, jedoch desto stärker leuchtendes Gas wird erzielt; je höher die Temperatur, desto mehr, aber desto weniger leuchtendes Gas ist das Ergebniss.

Zeichen einer richtigen und gleichmässigen Gaserzeugung sind:

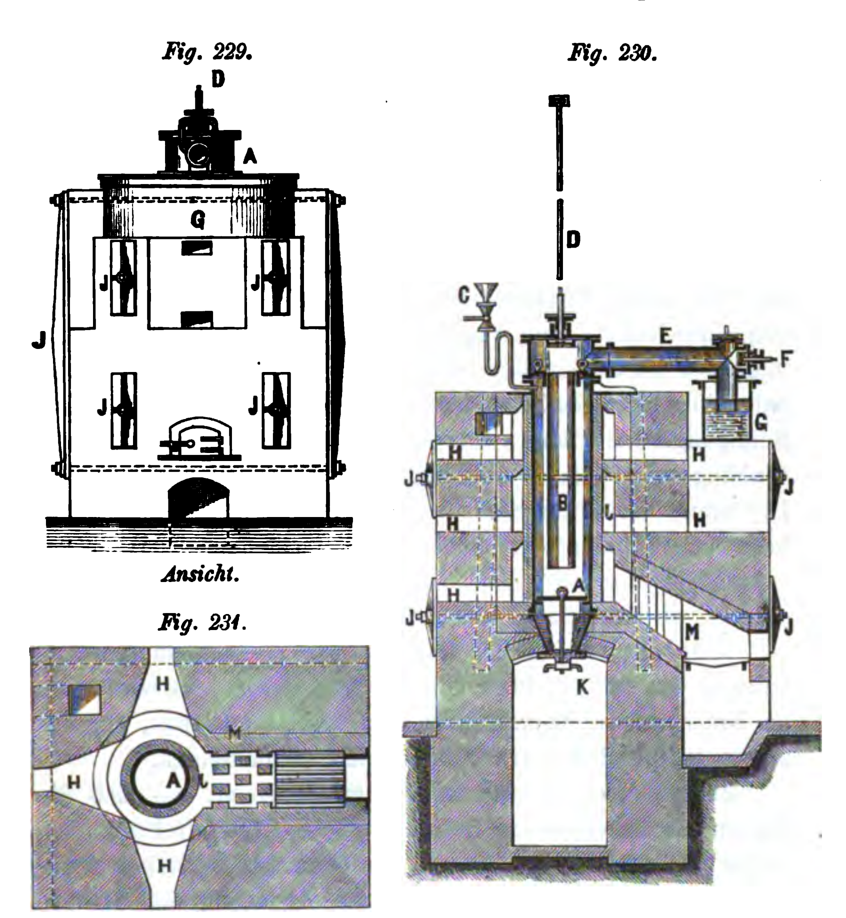
1. die gleichmässige Ziegelrothglühhitze der Retorten,
2. hellbraune Farbe des Gases an den Probirhähnen,
3. verhältnissmässige Theererzeugung — dieselbe beziffert sich auf 26—30 % und darf 33 % nicht übersteigen,
4. geringe Erwärmung des Theercondensators.

Sind diese Zeichen nicht vorhanden, so geht die Gasfabrikation unregelmässig vor sich, was sich speciell durch Beachtung der Probirhähne constatiren lässt. Ist nämlich die Farbe des Gases nicht hellbraun, sondern weiss, so ist die Retorte nicht genügend erhitzt; jedoch zu stark erhitzt, wenn das Gas farblos mit Russflocken erscheint.

Eine stehende Gasretorte ist 1870 von Hübner construirt, durch Schumann verbessert und zuerst in Rehmsdorf zur Anwendung gebracht. Die Figuren 229—231 veranschaulichen die Einrichtung.

A ist eine gusseiserne, stehende, nach unten sich verjüngende Retorte, deren Dimensionen im Allgemeinen den be-

anspruchten Leistungen entsprechend zu wählen sind. *B* ist ein schmiedeeisernes Einhängerohr zur Abführung des Gases



Horizontalschnitt. *Verticalschnitt.*

Paraffinölgas-Ofen mit stehender Retorte.

A Retorte. *B* Einhängerohr. *C* Einlasstrichter. *D* Reinigungsvorrichtung. *E* Verbindungsrohr. *F* Reinigungsvorrichtung. *G* Vorlage. *H* Räumlöcher. *J* Ofenverankerung. *K* Retortenverschluss. *L* Chamotteumkleidung. *M* Chamottesteine.

aus der Retorte. Der Durchmesser richtet sich nach der Gasproduction; im Allgemeinen ist es erforderlich, denselben möglichst weit zu nehmen.

Bei der Reinigung des Apparates wird das Einhängerohr durch eine über der Retorte angebrachte Kette mit Gegengewicht in die Höhe gezogen. Es ist gut, eine zweite Vorrichtung wie *B* zum schnellen Auswechseln der durch den Betrieb verunreinigten in Bereitschaft zu halten, damit die Vergasung möglichst lange mit möglichst geringer Unterbrechung fortgesetzt werden kann. Die Reinigung des Einhängerohres wird nämlich öfter nöthig, als die der Retorte selbst. Die Dichtung des oberen Retortendeckels wird mit Lehm bewirkt.

C sind die mit Sperrung versehenen Einlasstrichter für das Oel, solche Trichter können in beliebiger Anzahl im Umfange der Retorte angebracht werden, man wählt um so mehr, je grösser der Umfang der Retorte ist und je mehr Gas man innerhalb eines gewissen Zeitraumes produciren will. *D* und *F* sind Reinigungsvorrichtungen zum Ausstossen von Russ etc. aus dem Einhängerohr *B* und Verbindungsrohr *E* während des Betriebes. Die schmiedeeisernen Stangen dieser Vorrichtungen können der bequemen Handhabung halber aus verschiedenen Theilen zusammengeschraubt werden. Die 5 Cm. starke Chamotteumkleidung *L* der Retorte ist aus Nutensteinen zusammengesetzt.

Muss der Betrieb der Retorte, wie es in kleineren Gasanlagen der Fall ist, öfter unterbrochen werden, so wird man, um Brennmaterial beim Anheizen zu sparen, gut thun, nur das untere Dritttheil mit den Nutensteinen zu umkleiden.

Bei weniger zu unterbrechendem Betriebe, wo also die Kosten des Anheizens der Retorte keine so grosse Rolle spielen, empfiehlt es sich, die Retorte bis oben hin in Steine einzuhüllen. Durch diese Hülle wird die Abnutzung der Retorte wesentlich vermindert. Die weiteren Buchstaben sind bei der Figur erklärt.

Die Erzeugung des Gases geschieht wie bei der liegenden Retorte.

Die Vorzüge der stehenden Vergasungsretorte vor der liegenden sind folgende:

Die stehende Retorte gestattet bei gleich grosser Wandfläche wie die liegende, innerhalb eines gewissen Zeitraumes, einen viel stärkeren Oeleinlass als letztere, weil das Oel sehr

gut an verschiedenen Stellen den glühenden Wandungen zugeführt und die gebildeten Oeldämpfe leicht in grösserer Berührung mit denselben gehalten werden können. In Folge dessen ist die stehende Gasretorte viel leistungsfähiger als die liegende. Der Verbrauch an Brennmaterial zur Herstellung eines gewissen Gasquantum ist bei der stehenden Retorte bedeutend geringer als bei der liegenden, ebenso stellen sich die Arbeitslöhne für ein gleiches Quantum Gas bei jener niedriger als bei dieser. Die Gasausbeute aus dem Oele ist aus der stehenden Retorte eine gleichmässigere und grössere, weil die Vergasung eine vollständigere ist und theerige und asphaltartige Rückstände sich in der Retorte nicht ansammeln.

Bei der Bedeutung, welche die Oelgasbereitung besitzt, ist es natürlich, dass fortwährend neue Apparate construirt werden, die häufig wesentliche Verbesserungen haben. Dazu gehört der Hirzel'sche Oelgasapparat mit Kugelretorte und Gasvermehrer, der in den Figuren 232 und 233 dargestellt ist.

A ist der Ofen für die Gasretorte *B*; *L* ist das Oelreservoir, von welchem aus, durch Vermittelung der syphonartigen Vorrichtung *a*, die zum Rothglühen erhitzte Retorte *B* in einfachster Weise mit dem zu vergasenden Material, dem sogenannten Gasöl (Paraffinöl, Petroleumrückstand etc.) in der Art gespeist wird, dass fortwährend nur so viel Oel in die Retorte gelangt, als sich auf einmal in derselben in Gas zu zersetzen vermag, sodass die Retorte stets leer bleibt und man jeden Augenblick die Gasbereitung dadurch unterbrechen kann, dass man den Abschlusshahn des am Oelreservoir *L* befindlichen Ablaufrohres schliesst. *R R* sind Manometer, welche den Gasdruck in der Retorte und dem Condensator anzeigen.

Das in der Retorte entstehende Gas steigt durch das Rohr *D*, welches sich oben als Doppelknie umbiegt, empor, und gelangt in den auf dem Ofen aufgestellten Theercylinder, die sogenannte Hydraulik *E*, in welcher es zunächst durch eine Theerschicht treten muss. Diese Theerschicht bildet einen vollständig sicheren Abschluss für das in die Hydraulik einmündende Rohr *D*, sodass unmöglich Gas aus dem Gasbehälter in die Retorte zurückströmen kann; auch vermindert sich diese Theerschicht nie,

Fig. 232.

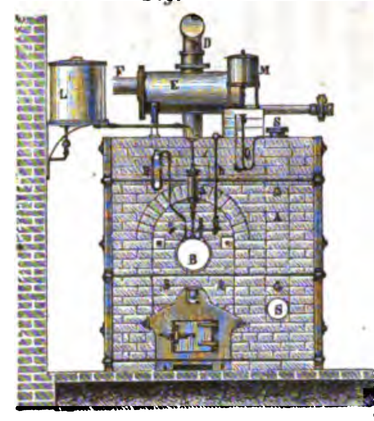
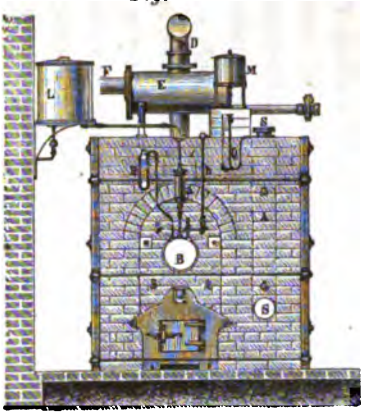
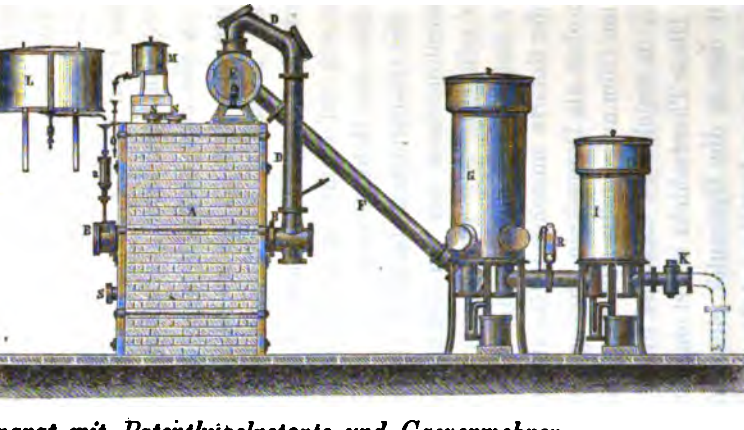



Fig. 233.



Hirzel'scher Oelgasapparat mit Patentkugelretorte und Gasvermehrer.

A Ofen. *B* Retorte. *D* Rohr. *E* Hydraulik. *F* Hauptrohr. *G* Blechcondensator. *J* Reinigungsapparat. *K* Hahn. *L* Oelreservoir. *M* Reservoir. *Q* Syphonrohr. *R* Manometer. *S* Retorte. *a* Syphon. *b* Rohr.

da das in und durch dieselbe strömende Gas stets etwas flüssigen Theer mit sich führt und in der Hydraulik abscheidet. Damit aber auch anderntheils die Theerschicht nicht zunehmen kann, also stets auf demselben Niveau bleibt, geht vom Flüssigkeitsspiegel der Hydraulik *E* seitlich das Hauptrohr *F* ab, durch welches zugleich mit dem fortströmenden Gas der überflüssige Theer nach dem mit Coks angefüllten Blechcondensator *G* abfliesst. In diesem Condensator circulirt das Gas, kühlt sich ab, wobei sich die dasselbe begleitenden Theerdämpfe fast vollständig verdichten und zugleich mit dem aus der Hydraulik abgeflossenen Theer aus dem Condensator nach aussen abtröpfeln. Von dem Condensator aus geht das Gas noch durch einen mit entsprechender Reinigungsmasse gefüllten besonderen Reinigungsapparat *J*, in welchem es von allen Verunreinigungen befreit wird und aus diesem Reinigungsapparate gelangt dasselbe bei geöffnetem Haupthahn *K* in den Gasometer.

Einen werthvollen Bestandtheil zu dem Oelgasapparate, System Hirzel, bildet der Gasvermehrer. Dieser besteht aus einer U-förmigen in stehendem Zustande in den Ofen *A* mit eingemauerten Retorte *S*, welche vollständig mit haselnussgrossen Coksstückchen angefüllt ist und gleichzeitig mit der Hauptretorte *B* durch die von letzterer abziehende Feuerluft zum Rothglühen erhitzt wird. Während des Gasmachens lässt man aus dem Reservoir *M* beständig etwas Wasser in das Syphonrohr *Q* tröpfeln, durch welches das Wasser in den einen, mit dem Syphonrohr in Verbindung stehenden Schenkel der Gasvermehrerretorte *S* gelangt. Hier verwandelt sich das Wasser in Dampf, welcher gezwungen ist, aus dem einen Schenkel durch den eingefüllten glühenden Coks hindurch in den anderen, durch das Rohr *b* mit der Retorte in Verbindung stehenden Schenkel zu strömen, wobei er zu Wasserstoffgas und Kohlenoxydgas zersetzt wird, sodass also durch das Rohr *b* keine Wasserdämpfe, sondern Wasserstoffgas und Kohlenoxydgas in die Hauptretorte *B* einströmen. Diese Gase vermischen sich in der Retorte sofort mit den aus dem gleichzeitig zufliessenden Gasöl entstandenen Dämpfen und betheiligen sich bei der Zer-

setzung dieser Dämpfe, resp. bei der Vergasung des Gasöls in der Art, dass durch Eintreten des Wasserstoffgases ein Theil des im Gasöl enthaltenen überschüssigen Kohlenstoffs, der sich sonst als Theer mit ausscheiden würde, in bestes Leuchtgas übergeführt wird. Unter der Mitwirkung des Gasvermehrers gewinnt man aus dem Gasöl thatsächlich weniger Theer, dagegen 7—10 % mehr Gas von besserer Qualität als bei der Gasbereitung ohne Gasvermehrer. — Bei grösseren Anlagen wird die Zahl der Reinigungsapparate vermehrt.

R. Schwartz hat einen Ofen mit rotirender Retorte construirt. Die Retorte besteht aus einem conischen Rumpf, welcher den allein im Feuer befindlichen und auszuwechselnden Theil bildet und einem mit diesem verschraubbaren Retortenhals, der durch einen Retortenkopf abgeschlossen ist. Die verschraubten Theile sind auf einem ausserhalb des Feuers liegenden Rollenpaar gelagert, von denen sich das vordere zur Führung der Retorte in einer entsprechenden Rolle bewegt, während das hintere eine Längsausdehnung der Retorte gestattet. Der Retortenkopf ist durch einen selbstdichtenden Deckelverschluss geschlossen und nach dem Retortenhals zu durch eine Stahlmanchette hermetisch abgedichtet, welche die Rotation der verschraubten Theile gegen den feststehenden Retortenkopf gestattet. Zum Schutz der Manchette ist in den Retortenhals ein Blechring eingefügt. Die Retorte wird durch eine endlose Kette in Umdrehung versetzt. Das Oel tritt durch ein Syphonrohr und Einlaufrohr in den hinteren sich verjüngenden Theil der Retorte ein. Beim Auftreffen auf die innere Wandung der Retorte muss es einestheils dem Conus und anderntheils der Rotation der Retorte folgen, so dass das Oel den Weg einer conischen Spirale beschreibt und ihm mithin fortwährend neue Vergasungsflächen dargeboten werden.

Das Oelgas eignet sich besonders für mittlere und kleine Städte, Fabriken, Hotels, Bahnhöfe, Kranken-, Irrenheilanstalten und für kleinere Verhältnisse in Landhäusern.

Die Beleuchtung mit comprimirtem Oelgas hat durch J. Pintsch für Eisenbahnen, sowie in neuerer Zeit für die Fluss- und Seeschifffahrt die grösste Bedeutung erlangt und

wird das hauptsächlichste der Einrichtungen und Apparate in Nachstehendem mitgetheilt.

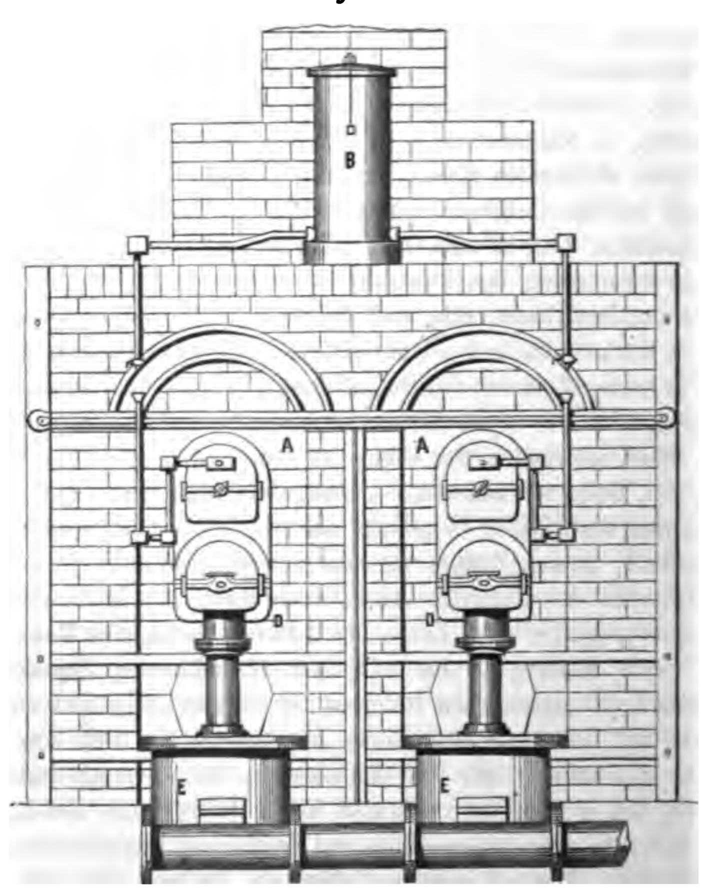
Hierzu gehört Tafel 4: „Anlage einer Oelgasanstalt“. *A* Retortenöfen. *B* Dampfkessel. *C* Injector. *D* Oelpumpe. *E* Condensatoren. *F* Wäscher. *G* Reiniger. *H* Theergrube. *J* Gasuhr. *K* Compressionspumpe. *L* Regulirungsschrank. *M* Sammelrecipienten. *N* Gefriercylinder. *O* Kohlenwasserstoffspind. *P* Gasbehälter. *Q* Manometer. *a* Dampföfen. *b* Wasserhähne.

Den wichtigsten Factor für die anzustrebenden guten Resultate bei der Oelgaserzeugung bildet hier speciell die Ofenconstruction. Das in dem Ofen erzeugte Gas soll bei möglichst hoher Ausnützung des Rohmaterials ein intensiv leuchtendes, nicht condensirbares sein und bei seiner Verwendung keine öligen Rückstände in den Rohrleitungen etc. zurücklassen, welche in kurzer Zeit auf den Beleuchtungseffect störend einwirken müssen.

Die Construction des Ofens ist nun folgende — Fig. 234 und 235, Seite 844 und 845 —. Aus dem über dem Ofen aufgestellten Oelbehälter *B* gelangt das zur Vergasung bestimmte Paraffinöl, dessen Zufluss je nach der höheren oder niederen Temperatur der Retorten durch einen Hahn mit Mikrometerschraube regulirt wird, durch ein U-förmig gebogenes Rohr in die obere Retorte *A* des mit zwei übereinander liegenden ⌓-förmigen gusseisernen Retorten versehenen Ofens und zwar zuerst auf die in *A* befindliche Blechmulde *C*. Der Zweck dieser Blechmulde ist, das einfliessende Oel so lange aufzuhalten, bis es gänzlich verdampft ist, und ferner das Reinigen der Retorten ohne grosse Mühe und Zeitverlust bewerkstelligen zu können. Die coksartigen Ueberreste bleiben fast ganz in der Blechmulde zurück und werden bei der Herausnahme der letzteren durch Abklopfen leicht entfernt. Auch gegen das vorzeitige Zerspringen der Retorten bietet diese Blechmulde einen vorzüglichen Schutz. Die in der oberen Retorte erzeugten und theilweise schon vergasten Oeldämpfe gelangen durch ein Verbindungsstück in die untere gleichgrosse und gleichgeformte Retorte *D*, in welcher die vollständigste Zersetzung stattfindet.

Das Gas, noch mit Theerdämpfen geschwängert, gelangt von der zweiten Retorte durch ein absteigendes Rohr in die Vorlage *E*, welche durch ihre Dispositionen eine Verstopfung durch

Fig. 234.



Vorderansicht.

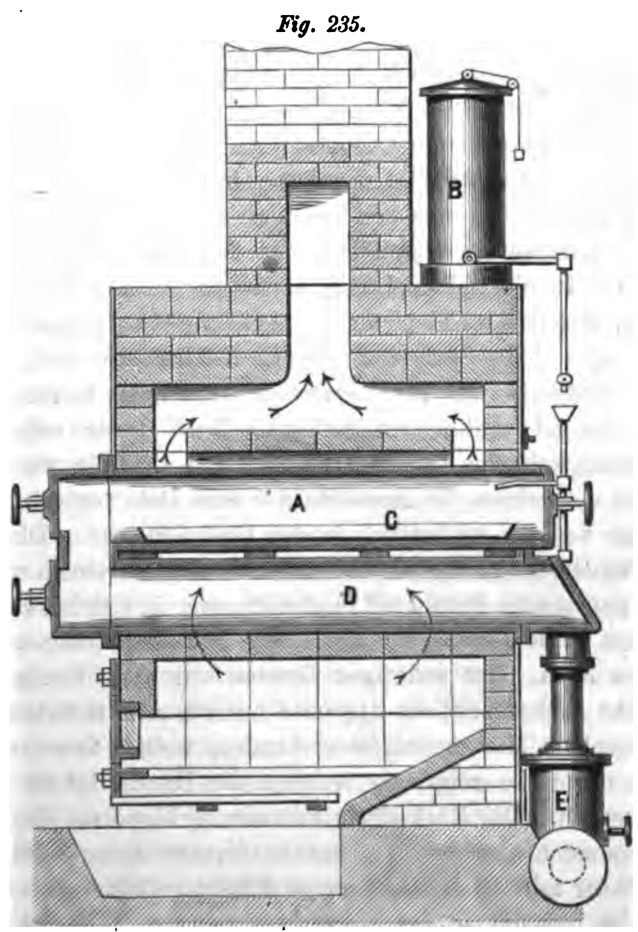
J. Pintsch,

A Obere Retorte. *B* Oelbehälter.

das Ansammeln von Theer fast gänzlich verhindert. Die Anordnung des absteigenden Rohres hat den grossen Vortheil, gegenüber den bisher üblichen nach oben führenden Abgangsröhren, dass bei Anwendung der ersteren Construction nicht

die bekannten Uebelstände der letzteren eintreten, dass der Theer immer in die Retorten zurückfliesst und hier fortwährend zersetzt wird, wodurch dem Gase die Leuchtkraft beeinträch-

Fig. 235.



Durchschnitt.

Oelgasofen.

C Blechmulde. *D* Untere Retorte. *E* Vorlage.

tigende Bestandtheile — Wasserstoffgas — zugeführt werden. Die Feuerung bei den Pintsch-Gasöfen ist so eingerichtet, dass sowohl Coks als auch Braun- und Steinkohle zur Heizung verwendet werden können und der innere Ausbau der Oefen ist

mit Rücksicht derart construirt, dass die Stichflamme nie die Retorte selbst, sondern nur das Chamottemauerwerk berührt.

Das Paraffinöl oder Gasöl wird aus dem Originalfasse mittelst einer Oelpumpe *D* — Tafel 4 — in das über dem Ofen aufgestellte Reservoir gehoben und gelangt nun von dort auf die früher beschriebene Weise in die Retorten zur Vergasung.

Die Zersetzungsproducte gelangen durch die Vorlagen und den Theerkasten in die Condensatoren *E*, um in diesen Apparaten zum grössten Theile den Theer in tropfbar flüssigem Zustande abzugeben. Aus den Condensatoren *E* passirt das Gas, behufs vollständiger Reinigung, den Wäscher *F* und die Reiniger *G*. In diesen Apparaten, welche für die Erzeugung eines reinen, weissleuchtenden, nicht russenden Gases Hauptfactoren sind, wird jede Spur von Theer, Kohlensäure und, wenn schwefelhaltiges Oel zur Vergasung genommen wurde, auch der Schwefel vollkommen entfernt. Nach dieser rationellen Reinigung geht das Gas zum Zwecke der Controle durch die Gasuhr *J*, welche die Ausbeute aus dem Oele registrirt, und gelangt von da schliesslich in den Gasbehälter *P*. Die Gasbehälter-Glocke zu 50 Cubikmeter Inhalt liegt in einem wasserdicht gemauerten Bassin mit Centralführung, in welches zur Zeit strenger Kälte Dampf zur Verhütung von Eisbildung geleitet werden kann. Zur sofortigen Constatirung von Störungen im Betriebe sind sämmtliche Apparate mit einer im Retortenhause angebrachten Manometertafel verbunden, welche dem Arbeiler sofort die Stelle zeigt, an welcher die Ungehörigkeit vorgekommen ist. Die Rückstände kommen in eine, vor dem Reinigungsraume angelegte Theergrube *H*; aus dieser wird dann der Theer mittelst Handpumpe in Fässer gefüllt.

Um nun das in der früher beschriebenen Weise erzeugte Oelgas für die Beleuchtung der Eisenbahn-Fahrzeuge verwendbar zu machen, muss vor Allem eine Verminderung des Volumens d. h. Comprimirung vorgenommen werden, damit in den verhältnissmässig kleinen Reservoirs der Fahrzeuge eine für eine längere Brenndauer genügende Gasquantität mitgeführt werden kann.

Die Compressionsanlage besteht zunächst aus einer mittelst

Dampfmaschine angetriebenen Compressionspumpe K, welche das Gas von circa 50 Millimeter Spannung auf einen Druck von 10 Atmosphären bringen soll; bei höherer Compression verliert das Gas durch Abscheidung von flüssigen Kohlenwasserstoffen bedeutend an Leuchtkraft. In die Saugrohrleitung zwischen Pumpen K und Gasbehälter P ist der sogenannte Gefriercylinder N eingeschaltet, welcher die aus dem Gasbehälter aufgenommenen Wasserdämpfe ausscheidet.

Die Gascompressionspumpe ist direct mit der Dampfmaschine gekuppelt, auf einem gemeinschaftlichen Bette gelagert und doppelt wirkend. Die Compressionspumpen haben 100 Mm. Durchmesser des Pumpencylinders, 170 Mm. Durchmesser des Dampfcylinders, 320 Mm. Hub und comprimiren bei 25 Touren in der Minute circa 8 Cbm. Gas. Um eine schädliche Erwärmung des Pumpencylinders zu verhindern, wird durch die hohlen Wandungen desselben ein permanenter kalter Wasserstrahl geleitet. Der zum Betriebe nöthige Dampf wird einem am vortheilhaftesten im Ofenraume aufgestellten, verticalen Röhrendampfkessel entnommen.

Die bei so hoher Compression des Oelgases sich ausscheidenden flüssigen Kohlenwasserstoffe — Seite 854 — sammeln sich in einem an der Pumpe befestigten cylindrischem Gefässe, aus welchem dieselben zeitweise entfernt werden müssen. Auf seinem weiten Wege gelangt das Gas durch eine Rohrleitung von der Pumpe in die Regulirungsvorrichtung, durch welche die Abgabe des Gases bei den Füllständern an die Waggons controlirt werden kann. Diese Regulirungsvorrichtungen bestehen der Hauptsache nach aus zwei übereinander liegenden Sammelrohren mit den nöthigen Ventilen und Bourdon'schen Manometern Q. Bevor das Gas von der Compressionspumpe K nach dem Sammelrecipienten M gelangt, passirt dasselbe das obere Sammelrohr, welches auf jeder Seite wieder mit einem Rückschlagventil versehen ist. Von diesem Rohre leiten mehrere Abzweigungen nach den Sammelköpfen, von denen je einer mit einem Sammelrecipienten M verbunden ist.

An einem Ende des Sammelkopfes befindet sich das Rückschlagventil, ferner ein Erdleitungs- und ein Kohlenwasserstoff-

Ablassventil. Die Erdleitungsventile dieser Sammelköpfe sind mit den Abzweigungen des unteren Sammelrohres der Regulirvorrichtung verbunden, es befindet sich an jeder Seite dieses Rohres ein zweites Erdleitungsventil, welches von dem Gasarbeiter nur dann geöffnet wird, wenn die Waggon-Recipienten mit comprimirtem Gase gefüllt werden sollen.

Für die Gasleitung von den Sammelrecipienten zu den Füllständern wird ein verzinntes Bleirohr mit 16 Mm. innerem und 24 Mm. äusserem Durchmesser, welches auf 25 Atmosphären erprobt ist, verwendet. Als Füllständer werden zweierlei Constructionen verwendet, nämlich solche in Säulenform über das Niveau ragend und versenkte Ständer. An solchen Orten, wo das Publikum verkehrt, also in der Personenhalle, werden die letzteren gewählt.

Als einzig rationell hat sich bei der Waggonbeleuchtung durch Gas die Verwendung von schwerem Leuchtgas unter hohem Drucke für jeden einzelnen Wagen erwiesen. Das auf 10 Atmosphären comprimirte Gas wird, wie erwähnt, durch die Füllständer der Leitung entnommen und in einem oder mehreren Recipienten, je nach der Zahl der zu speisenden Flammen, unter dem Personenwagen etc. angebracht; das Gas wird aber nur mit einem Drucke von 6 Kg. pro Quadratcentimeter = 6 Atmosphären in die Recipienten eingeleitet. Die Recipienten sind an beiden Böden mit Einlassventilen und Holländerverschraubungen versehen und wird einerseits die Verbindung mit den Füllständern durch Kautschukschlauch hergestellt, während auf der anderen Seite ein Bourdon'sches Manometer aufgesteckt wird, welches das Ueberdrücken des comprimirten Gases blos bis 6 Atmosphären controlirt. Die Wagenrecipienten haben eine Wandstärke von 5 Mm. und werden auf 11 Atmosphären erprobt; dieselben sind doppelt genietet, erhalten verschraubte gewölbte Böden und sind zur sicheren Dichtung innen und aussen vollständig verzinnt und gelöthet. Man rechnet circa 130 Liter Inhalt pro Flamme, was einer circa 40stündigen Brenndauer entspricht. Bei Anbringung der Recipienten unter dem Wagen und an dem Untergestelle erhalten dieselben zumeist eine Länge von 1,850 Meter und variirt der Durchmesser

zwischen 420 und 520 Mm., so dass beispielsweise für Wagen mit:

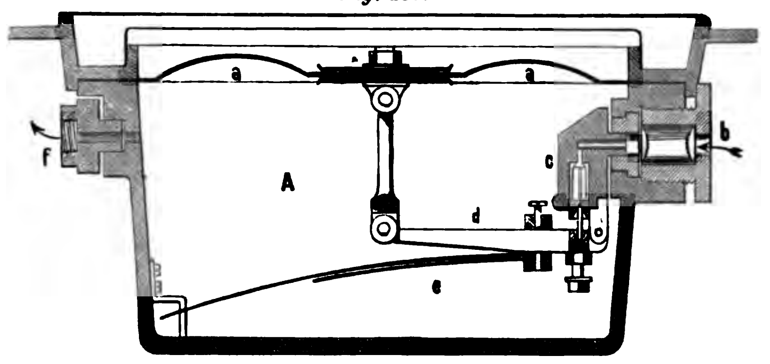
5 Flammen	2 Recipienten	à 470 Mm.	Durchm.	mit	628 Liter	Inhalt
4 „	2 „	à 420 „	„	„	510 „	„
3 „	1 „	à 520 „	„	„	384 „	„
2 „	1 „	à 420 „	„	„	255 „	„

erforderlich sind.

Die Gewichte der Recipienten sind folgende:

1 Recipient	420 Mm.	Durchmesser	255 Liter	Inhalt	wiegt	140 Kg.
1 „	470 „	„	314 „	„	„	174 „
1 „	520 „	„	384 „	„	„	207 „

Fig. 236.



Druckregulator von Pintsch.

A Gusseisernes Gehäuse. *a* Membran. *b* Zuleitung. *c* Abschlussventil. *d* Hebel. *e* Feder. *f* Ableitung.

Das comprimirte Gas aus dem Recipienten passirt auf seinem Wege zur Lampe noch einen Regulator — Fig. 236, —, es ist jener wichtige Apparat, welcher das hochgespannte Gas auf eine zur Verbrennung erforderliche, ganz geringe, aber auch absolut gleichmässige Druckhöhe von circa 25 Mm. Wassersäule regulirt, mit welcher es zu dem Brenner gelangt. Die von demselben verlangte Wirkung, welche unbehindert von den Variationen in dem Recipienten und von ungleichartigen Schwankungen und Stössen des Wagens stets constant bleiben soll und diesem Zwecke entspricht der Regulator von **Pintsch**.

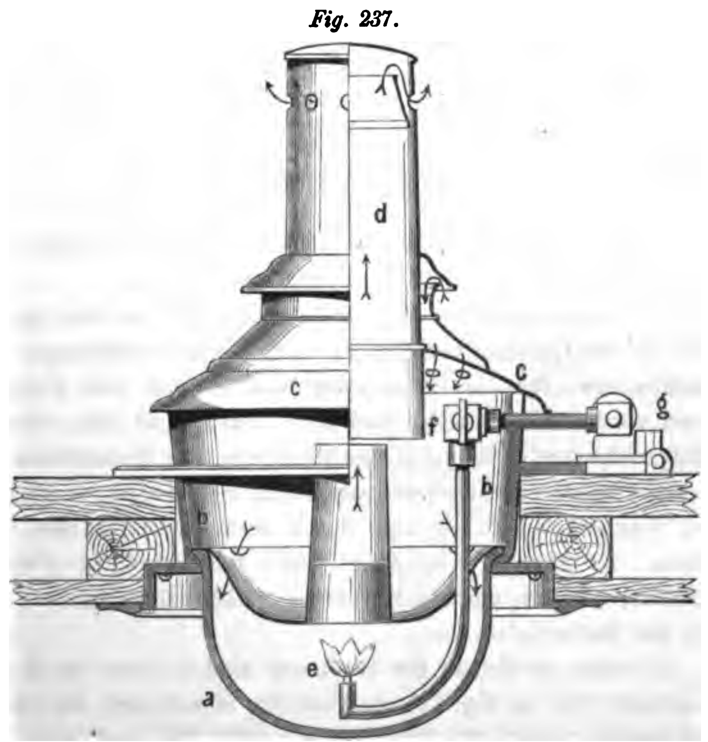
Die Construction des Regulators ist aus der umstehenden Zeichnung zu ersehen. Derselbe besteht zunächst aus einem gusseisernen, kreisrunden Gehäuse von 250 Mm. Durchmesser und 160 Mm. Höhe mit entsprechendem Deckel. Zwischen diesen beiden Theilen ist eine gasdichte präparirte Ledermembran *a* eingelegt. In der Mitte dieser Membran ist mittelst Gelenk eine Zugstange befestigt, welche mit einem an einem Ventilsitz gelagerten Hebel *d* verbunden ist. Auf diesen Hebel stützt sich vermittelst einer Verkuppelung das eigentliche Abschlussventil *c* vermöge eines stellbaren Stiftes. Der horizontale Hebel ist noch ausserdem durch eine an demselben wirkende Flachfeder *e* balancirt.

Das in den Waggon-Recipienten befindliche hochgespannte Gas strömt bei *b* durch den mit Staubsieben versehenen Canal und durch das Ventil so lange in das Regulatorgehäuse, bis die Membran so gespannt ist, dass sie vermittelst des Zugstangen- und Hebelsystems das Ventil an seinen Sitz drückt und die weitere Zuströmung verhindert. Das in dem Regulatorgehäuse befindliche Gas zieht von *f* aus durch die Leitung und naturgemäss mit dem gewünschten niederen Drucke zu den Flammen. Die Membran wird entlastet, das Spiel beginnt von Neuem und wirkt durch den steten Gasconsum auch continuirlich, dass selbst bei den heftigsten äusseren Einwirkungen, wie sie bei Eisenbahnfahrten eintreten, die Flammen doch so ruhig wie in einem Zimmer brennen, nicht flackern und noch weniger verlöschen.

Die Einrichtung der Eisenbahnwaggons für den Zweck der Beleuchtung ist nun derartig, dass vom Regulator eine 7 Mm. weite Rohrleitung an der Aussenseite des Wagens gelegt ist, in welche ein Haupthahn eingeschaltet ist, um sämmtliche Flammen gemeinsam abschliessen zu können. Diese Rohrleitung setzt sich auf der Oberfläche des Daches fort und von ihr führen dann Abzweigungen nach jeder Laterne. An die Abzweigung schliesst das Flammenrohr an, welches durch ein Handgelenk an der Anschlussstelle drehbar ist, um es beim Putzen der Laterne herausklappen zu können; ferner befindet sich an jeder dieser Abzweigungen ein Abschlusshahn für die

Flammen der einzelnen Laterne. Die Construction der letzteren musste gewisse Bedingungen erfüllen, indem die Flammen bei verhältnissmässig grossem specifischen Gewichte des kohlenstoffreichen Gases nur einen sehr geringen Druck zum Brennen brauchen, aber deshalb durch direct darauf wirkende heftige Luftströmungen auch leichter dem Verlöschen ausgesetzt sind, als Steinkohlengasflammen.

Fig. 237.



Deckenlampe nach Pintsch.

a Glasglocke. *b* gusseisernes Gehäuse. *c* Blechdeckel. *d* Schornstein. *e* Brenner. *f* Abstellhahn. *g* Dunkelstellvorrichtung.

Die gewöhnliche von Pintsch construirte Laterne für Eisenbahnwagen weicht in äusserer Form wenig von den bisher gebräuchlichen Wagenlaternen ab, hat eine kugelförmige Glocke *a* — Fig. 237 —, gusseisernes Gehäuse *b* von geringer Wandstärke und schmiedeeisernen Deckel mit Blechschorn-

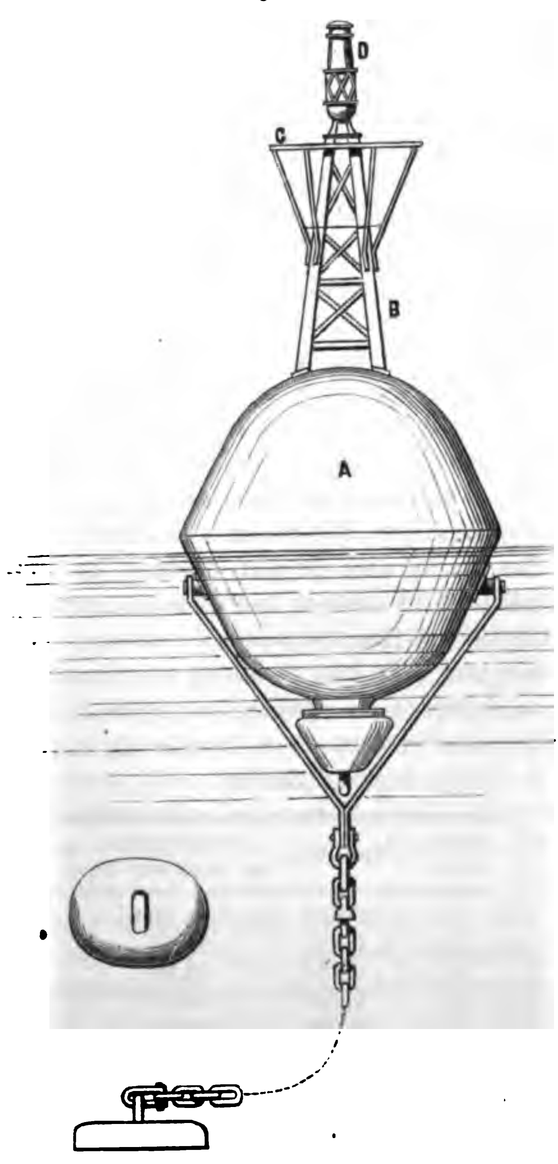
stein *d*, durch letzteren werden die entwickelten Brenngase der flachen Leuchtflammen abgeführt. Die Luftzuführung geschieht durch den Deckel der Laterne. Bei der gewöhnlichen Art der letzteren ist ein Zweilochbrenner aus Speckstein vorhanden. Ein Cubikmeter Gas reicht ungefähr bei einer Flamme für 40 Stunden Brennzeit aus, dies angenommen, stellen sich die Kosten einer Flammenstunde auf 1,20 Pfennig.

Für die Beleuchtung von Salon, Restaurations-, Schlaf- und Postwagen, bei welchen ein vermehrtes Bedürfniss nach Licht vorliegt, hat Pintsch Laternen mit vorgewärmter Luft construirt und zeigt Fig. 237 die Einrichtung einer solchen Laterne. Die Luft, die zur Ernährung der Flamme dient, erhitzt sich am Schornstein *d*, indem sie zwischen diesem und dem Einsatz durchzieht, und strömt darauf durch Löcher in die Glocke, tritt also von aussen zu den Flammen; die eingezeichneten Pfeile geben den Weg der Luftströmung an.

Die Verwendung des Oelgases hat sich auch bei den Signallaternen der Locomotiven und anderen Signalvorrichtungen für Eisenbahnen, für die Beleuchtung von Dampf- und Trajectboten vortheilhaft erwiesen und findet das Oelgas eine weitere erfolgreiche Anwendung bei der Markirung der Wasserstrassen. Dieselbe geschieht durch schwimmende Seezeichen — Bojen und Feuerschiffe — und durch feste Leuchtthürme und Baken. Es handelt sich dabei nicht um Erhellung grosser Flächen, sondern um die Markirung gefährlicher Punkte, sowie der Hafeneinfahrten.

Je nach der Grösse der Strömung sind 3 Arten von Bojen construirt, die in Fig. 238 dargestellte eignet sich für tiefes Fahrwasser, sowie für Strömungen, hohe See und auch für geringe Tiefe. Die Stabilität und senkrechte Stellung der Boje ist durch das Compensationsgehänge erreicht, an welches sich die Befestigung durch Kette und Anker anschliesst. Die Boje *A* wird aus Schmiedeeisenblechen geschweisst, auf ihr befindet sich ein Ventil, welches zum Füllen dient, und zwar geschieht die Nachfüllung in der Weise, dass mittelst eines Gastransportschiffes das Gas von 10 Atmosphären Spannung aus Kesseln in die nahezu entleerte Boje übergedrückt wird, wozu je nach

Fig. 238.



Boje mit Laterne.

A Boje. *B* Gestell. *C* Plattform. *D* Laterne.

der Grösse der letzteren 5—20 Minuten erforderlich sind. Zur bequemeren Bedienung beim Füllen und beim Instandsetzen der Laterne ist ein Gestell *B*, in geeigneter Höhe eine Plattform mit Geländer angebracht. Das Gestell trägt die Laterne *D* und hat in ihrem unteren Theile den Regulator, der genau so construirt, wie bei der Waggonbeleuchtung — Fig. 236, Seite 849 —; ebenso hat die Laterne eine fast gleiche Einrichtung, es werden grosse Rundbrenner benutzt und befindet sich unter der Flamme ein kegelförmiger Reflector von polirtem Neusilberblech.

Der bei der Oelgasgewinnung abgesonderte Theer, circa 20 Liter pro 1000 Cubikfuss oder 30 Cubikmeter, enthält weder basische noch saure Verbindungen, liefert bei der Destillation nur Olefine — Seite 236 —, Spuren von Naphtalin, aber sonst fast keine aromatischen Kohlenwasserstoffe, während die bei der Comprimirung des Gases abgeschiedene Flüssigkeit — **Hydrocarbon** — nach Armstrong reich an Benzol und Toluol ist. 1000 Cubikfuss Gas liefern etwa 4,50 Liter Hydrocarbon.

Der Hauptsache nach besteht dasselbe aus Benzol und Toluol gemischt mit Paraffinen und Olefinen und scheinen Benzol und Amylen die Hauptbestandtheile zu sein.

Die einzelnen nach dem Verfahren von Pintsch erhaltenen Kohlenwasserstoffgemische weichen hinsichtlich ihres Benzol- und Toluolgehaltes wesentlich von einander ab, so gaben sieben untersuchte Proben folgende Zahlen:

Hydrocarbon	Spec. Gew.	Procentgehalt an Benzol und Toluol
1.	0,850	65,60 %
2.	0,835	54,20 „
3.	0,840	52,00 „
4.	0,830	45,20 „
5.	0,840	44,40 „
6.	0,800	37,80 „
7.	0,760	24,60 „

Zweifelsohne hängt die Verschiedenheit weniger von der Natur des Rohmaterials als von der Temperatur ab, bei welcher die Vergasung stattgefunden hat — Seite 166 —.

XII. Harzdestillation. Harzöle und deren Reinigung. Retinaphta, Retinyl, Retinol, Retisteren, Resinon, Pinolin, Camphin.

Die Harzdestillation stimmt im Wesentlichen mit der Theerdestillation überein. Es handelt sich aber hierbei nicht um eine Harzdestillation mit Wasser, wie zur Gewinnung von Terpentinöl etc., sondern um trockne Destillation, ähnlich der Erdwachsdestillation, da in den Harzen Kohlenwasserstoffe schon vorgebildet sind.

Früher wurden die Harze nur mit Wasser einer Destillation unterworfen, um das ätherische Oel daraus und als Nebenproducte Colophon etc. zu gewinnen, jetzt aber werden diese Rückstände vielfach einer weiteren trocknen Destillation zur Gewinnung von Harzölen resp. Schmierölen unterworfen und ist diese Industrie seit dem Jahre 1832, in welchem Daves zufällig bei zu starkem Erhitzen von Colophonium Harzöle bekam, in steter Zunahme, namentlich in Amerika, England und Deutschland, gewesen.

Zur Verwendung gelangt ausschliesslich das Harz der Nadelhölzer und namentlich Pinus- und Abiesarten.

Das **Fichtenharz** wird von den verschiedensten tannenartigen, in verschiedenen Ländern einheimischen Gewächsen — Abietineae — gewonnen; zu erwähnen ist besonders **Pinus Abies** L. = Fichte, **Pinus sylvestris** L. = Kiefer, **Pinus picea** L. = Tanne im nördlichen Europa, **Pinus Strobus** L. = Weymouthkiefer, **Pinus Taeda** L. = Weihrauchkiefer, **Abies canadensis** Mich. = canadische Fichte in Nordamerika, **Pinus Pumilio** Haenke = Knieholz oder Krummholz auf den Gebirgen Deutsch-

lands und Ungarns, **Pinus Cembra** L. = die Cirbelkiefer im südlichen Deutschland, **Pinus maritima** D. C. = die Strandkiefer, **Pinus Larix** L. = Lärche im südlichen Europa etc.

Bei diesen genannten Pflanzen sammelt sich ein Balsam — **Terpentin** —, der in eignen Harzgängen abgesondert wird, häufig an besonderen und dadurch wulstartig aufgetriebenen Stellen, die bald oberflächlich liegen, wie bei der Tanne, bald tiefer, wie bei der Fichte, und gewöhnlich an dem unteren Theile des Stammes, seltener oben, wie bei der Lärche, vorkommen.

Der Terpentin fliesst freiwillig nach dem Bersten der Rinde oder nach der absichtlichen Verwundung des Stammes aus. Zu seiner Gewinnung, welche Gegenstand eines planmässigen Betriebes ist, ziehen die Harzscharrer oder Pechler im Frühjahr in den Wald und hauen die etwa 30jährigen Stämme in bestimmten Zwischenräumen mit Beilen — Dexel — an, d. h. sie hauen in die Bäume etwa $^{3}/_{4}$—1 Meter über dem Boden eine $^{1}/_{2}$ Meter lange, circa 7 Cm. breite und halb so tiefe Rinne, aus welcher den Sommer über das Harz ausschwitzt. Der ausfliessende Balsam fliesst in Gruben am Fusse des Stammes und wird im October gesammelt.

Die angehauenen Stämme werden unfehlbar kernfaul. Ganz ähnlich ist die Harzgewinnung in den mit Pinus maritima bestandenen Heidewäldern von Bordeaux; man beginnt dort Ende Januar die Rinde abzuschälen und erst Ende März die geschälten Stellen, welche an der Südseite des Baumes sein müssen, mit dem Dexel anzuhauen und wiederholt dies bis Ende September. Das Harz träufelt in durchsichtigen Tropfen — Jungfernharz — in untergesetzte Gefässe, welche von Monat zu Monat entleert werden.

Der nach September ausfliessende consistentere Terpentin erhärtet und liefert so:

Das **gemeine Harz, Scherrharz, Rohharz**; es bildet unregelmässige Stücke von weisser, gelblicher oder röthlicher Farbe, ist anfangs weich, wird aber später spröde und zerreiblich, ist gewöhnlich noch sehr unrein, von Holztheilen, Erde, Staub etc.; es hat einen terpentinartigen Geruch und balsamischen bitteren

Geschmack; es schmilzt leicht, erweicht leicht in der Wärme der Hand und ist sehr klebend. Das gemeine Harz von der Strandkiefer kommt als **französisches Galipot** in den Handel und wird besonders in dem Departement des Landes von Bayonne bis Bordeaux gesammelt. Das **amerikanische Galipot** oder **Barras** ist das Harz der Weymouth-, Weihrauch- und Sumpfkiefer.

Wird dieses Harz durch Umschmelzen unter Zusatz von etwas Wasser und Durchseihen gereinigt, so resultirt das eigentliche **weisse Harz**, weisse Pech, welches trübe, spröde, auf dem Bruche glänzende Massen darstellt von gleichem Geruche und Geschmacke wie das gemeine Harz.

Wurde die Hitze etwas stärker angewendet, so resultirt das **gelbe Harz** oder gelbe Pech, in welche Kategorie das sogenannte **Burgunder Harz** gehört, welches besonders in Finnland, Baden (Schwarzwald) und Oesterreich dargestellt wird; die Benennung rührt wohl nur daher, dass dieses Product wahrscheinlich zuerst in Burgund gewonnen wurde.

Dieses sogenannte Burgunder Pech — **Resina burgundica** — enthält in der Regel noch 10 % Wasser und ebensoviel Terpentinöl.

Unter dem Namen **gekochter Terpentin** — **Terebinthina cocta** — wird der Rückstand von der Darstellung des Terpentinöles verstanden, welcher aus Harz mit etwas zurückgehaltenem Oele und Wasser besteht. Dieser gekochte Terpentin findet sich im Handel in Gestalt gedrehter, aussen atlasglänzender, innen matt gelblicher, in der Regel sehr brüchiger Stangen.

Durch vorsichtiges Schmelzen von gekochtem Terpentin oder weissem Harze bis zur vollständigen Entfernung des Wassers wird das **Colophonium** = **Geigenharz**, **Arcanson**, **Colophane** der Franzosen erhalten und hat je nach der Temperatur, der es dabei unterworfen war, eine hellere oder dunklere Farbe; es kommt daher gelblich und durchsichtig bis schwarzbraun vor, ist spröde, zerbrechlich, auf dem Bruche gross- und flachmuschlig, glasglänzend, fast geruch- und geschmacklos, erweicht bei 69° C., backt zusammen, schmilzt bei 135° C. und zeigt dabei einen deutlichen Harzgeruch.

Mit Zinkstaub in einem Kolben erhitzt geben die Harze aromatische Kohlenwasserstoffe: Toluol, Aethylmethylbenzol, Naphtalin etc.

Wird 1 Theil Colophonium mit 8 Theilen Kalk der Destillation unterworfen, so bilden sich flüchtige Oele nach Fremy:

Resinon, farblos, dünnflüssig, von brennendem Geschmacke, Siedepunkt 78° C. Löslich in Weingeist und Aether. Wie Weingeist entzündlich.

Resineon, ein weniger flüssiges Oel, von weniger brennendem Geschmacke und schwieriger löslich in Weingeist. Siedepunkt 148° C.

In concentrirten Säuren lösen sich die Harze auf, werden aber durch Wasser wieder vollständig abgeschieden; nur Salpetersäure zersetzt sie heftig und bildet damit Oxalsäure; von heisser Schwefelsäure werden sie zerstört. Nach ihrem Verhalten gegen Basen werden sie eingetheilt in solche mit sauren Eigenschaften und solche, die indifferent sind.

Die meisten Harze lassen sich mit Alkalien verseifen und liefern Resinate oder Harzseifen, die ebenso in Wasser löslich sind und mit Wasser schäumen wie die Fettseifen, bilden aber im concentrirten Zustande keinen Seifenleim — erstarren nicht — und werden durch einen Ueberschuss an Alkalien meistens, aber nicht durch Kochsalz, ausgeschieden. Harzseifen in Verbindung mit eigentlichen Seifen gehen in dieselben über und tragen zur Vermehrung des Productes bei. Die Resinate der alkalischen Erden sind gewöhnlich schwer löslich und die mit eigentlichen Erden und Metalloxyden unlöslich in Wasser, zuweilen aber in Alcohol, Aether und ätherischen Oelen löslich. Die Harze werden aus den Resinaten durch Säuren als Hydrate abgeschieden, welche dann gewöhnlich etwas in Wasser löslich sind, leicht Sauerstoff aufnehmen und stärker saure Eigenschaften zeigen.

Chemisch besteht das gemeine Harz aus wechselnden Gemengen von krystallinischer **Sylvinsäure** — $C_{40}H_{60}O_4$ — und amorpher **Pininsäure** — $C_{40}H_{60}O_4$ —, welche nach Strecker nur die amorphe Modification der Sylvinsäure ist, da beim Schmelzen der Sylvinsäure dieselbe in Pininsäure und

bei stärkerem Erhitzen in **Colopholsäure** übergeht. Diesen Angaben gegenüber stehen die Untersuchungen von Maly, welcher im Terpentin, Fichtenharz, Colophonium nur eine Säure, die **Abietinsäure** — $C_{44} H_{64} O_5$ —, nachwies und zwar im Colophonium das Anhydrid derselben $C_{44} H_{62} O_4$.

Als Anfang der vierziger Jahre das Colophonium in grosser Menge und zu ziemlich mässigen Preisen von Nordamerika aus auf die europäischen Märkte gebracht wurde, ist man auf die Idee gekommen, dasselbe zur Gasbereitung zu verwenden und hat diese Idee an mehreren Orten ausgeführt, so in Paris, Antwerpen, Frankfurt a/M. Jetzt ist die Industrie veraltet.

Das Colophonium lieferte in der Hitze aus 100 Pfund 1300 Cubikfuss Gas von sehr guter Qualität, es hatte ein specifisches Gewicht = 0,58 und enthielt circa 8—9 % schwere Kohlenwasserstoffe. Der gleichzeitig gebildete und 30 % betragende Theer, kurzweg Harzöl genannt, stellte ein dunkelschwarzblaues Oel dar und lieferte bei der Destillation
zwischen 130—160° C. — eine flücht. Essenz — Vive essence
„ 160—280° „ — ein Oel — Huile fixe
„ 280—350° „ einen braunschwarzblauen Körper, Materie grasse, daneben zeigte sich etwas Naphtalin und im Rückstande blieb Kohle.

Pelletier und Walter haben die flüchtige Essenz, welche bernsteinroth ist und sauer reagirt, nach einer Reinigung mit Kalilauge und Schwefelsäure der fractionirten Rectification unterworfen und folgende Körper abgeschieden:

1. **Retinaphta = Harznaphta.** Eine klare, leicht bewegliche Flüssigkeit von angenehmem Geruche und etwas stechendem Geschmack, stark lichtbrechenden Eigenschaften, von 0,860 spec. Gew. und 108° C. Siedepunkt. Die Zusammensetzung entspricht der Formel $C_7 H_8$, also dem Toluol. Am Licht unveränderlich.

2. **Retinyl = Harzöl** ist eine weniger flüchtige und bewegliche durchsichtige Flüssigkeit von 0,89 specifischem Gewicht und 150° C. Siedepunkt. Geschmack bitter und stechender als der der Retinaphta. Die Formel $C_9 H_{12}$ würde dem Cumol entsprechen.

3. **Retinol** = **Harzthran** ist klar, ölartig, ohne Geruch und Geschmack, färbt sich am Licht, specifisches Gewicht = 0,90. Die Zusammensetzung = C_8H_8.

4. **Retisteren** nach Dumas, **Metanaphtalin** fälschlich nach Pelletier und Walter, = **Harztalg**, findet sich unter den festen Destillationsproducten, welche bis 350° C. übergehen, es ist krystallinisch, schmilzt bei 67° C., siedet bei 325° C. Es löst sich in absolutem Weingeist, Aether, ätherischen Oelen und obigen Kohlenwasserstoffen.

Ausführliche Untersuchungen über die Zusammensetzung der Harzdestillationsproducte sind von A. Renard gemacht worden und zwar mit Producten von der Destillation des reinen Harzes, als auch des Harzes mit Kalk; also der Harzessenzen und Harzöle.

Die Harzessenz ist dunkelbraun gefärbt, hat eine Dichte von 0,835 und besteht zum grössten Theile aus Kohlenwasserstoffen, zum geringeren aus Aldehyden und Säuren der Fettreihe. Zur Isolirung der Kohlenwasserstoffe wurden zunächst durch Waschen der Essenz mit Natronlösung die Säuren beseitigt, darauf durch concentrirte Natriumbisulfitlösung die Aldehyde ausgeschieden und schliesslich der Rückstand gewaschen, über Chlorcalcium getrocknet und in einem mit dem Dephlegmator von Le Bel & Henniger versehenen Kupferapparate fractionirt.

Die folgende Tabelle giebt eine Uebersicht der complicirten Zusammensetzung der Harzöle.

Zusammensetzung der Harzöle nach Renard.

Name		Formel	Schmelzpunkt	Siedepunkt
Kohlenwasserst. d. Fettkörperreihe	Pentan	C_5H_{12}	flüssig	35—38° C.
	Hexan	C_6H_{14}	"	64—66 "
	Amylen	C_5H_{10}	"	34—40 "
	Hexylen	C_6H_{12}	"	67—70 "
	Diocten	$C_{10}H_{28}$	"	260 "

	Name	Formel	Schmelzpunkt	Siedepunkt
Kohlenwasserstoffe der aromatischen Reihe	Toluol	C_7H_8	flüssig	111° C.
	Tetrahydrotoluol .	C_7H_{12}	„	103—105 „
	Hexahydrotoluol .	C_7H_{14}	„	95—98 „
	Xylol	C_8H_{10}	„	136 „
	Tetrahydroxylol . .	C_8H_{14}	„	128—130 „
	Hexahydroxylol . .	C_8H_{16}	„	120—123 „
	Cumol	C_9H_{12}	„	151 „
	Tetrahydrocumol .	C_9H_{16}	„	155 „
	Hexahydrocumol .	C_9H_{18}	„	147—150 „
	Cymol	$C_{10}H_{14}$	„	175—178 „
	Hexahydrocymol .	$C_{10}H_{20}$	„	171—173 „
	Metapropyläthylbenzol	$C_{11}H_{16}$	„	193—195 „
	Terebenthen (1) . .	$C_{10}H_{16}$	„	154—157 „
	Terebenthen (2) . .	$C_{10}H_{16}$	„	171—173 „
Alcohole	Methylalcohol . .	CH_4O	„	67 „
	Allylalcohol . . .	C_3H_6O	„	103 „
Aldehyde	Isobutylaldehyd . .	C_4H_8O	„	60—62 „
	Valeraldehyd . . .	$C_5H_{10}O$	„	96—98 „
Fettsäuren	Ameisensäure . . .	CH_2O_2	„	101 „
	Essigsäure	$C_2H_4O_2$	„	118 „
	Propionsäure . . .	$C_3H_6O_2$	„	146 „
	Buttersäure . . .	$C_4H_8O_2$	„	164 „
	Isobuttersäure . .	$C_4H_8O_2$	„	153—155 „
	Baldriansäure . .	$C_5H_{10}O_2$	„	173—175 „

In den Harzessenzen walten die flüchtigeren, in den Harzölen die weniger flüchtigen vor, in den letzteren finden sich noch Polymere der Kohlenwasserstoffe $C_n H_{2n} + 2$.

Die Harzölindustrie beruht jetzt auf der directen Destillation des Harzes ohne Berücksichtigung des Gases.

Die Apparate zur Destillation der Harze sind gleich denen zur Destillation von Erdwachs und Theeren, also ein eiserner Kessel mit niedrigem Helm, eine Kühlvorrichtung und eine Vorlage bilden die Hauptbestandtheile — Fig. 234 —. Das zu Destillirende wird in den Kessel gebracht, das Füll- und

Mannloch verschraubt und verkittet und so dann langsam direct angefeuert. Es beginnt nun ein leichtes Harzöl — rohes **Pinolin** mit Wasser — überzugehen, welches in einer, die Vorlage bil-

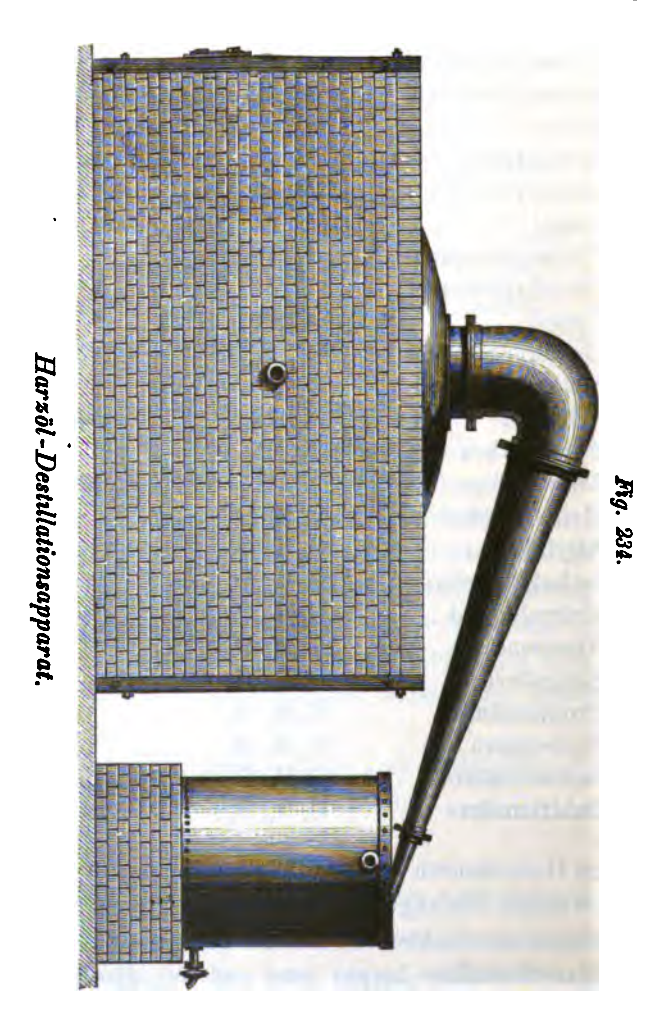


Fig. 234.

Harzöl-Destillationsapparat.

denden Glasflasche angesammelt und dann bis zur weiteren Verarbeitung in Glasballons aufbewahrt wird. Sobald nun eine Stockung in der Destillation eintritt, wird die Vorlage gewechselt und das Feuer verstärkt, wonach rohes schweres Harzöl überdestillirt, welches in Fässern gesammelt wird;

der alsdann im Kessel verbleibende schwarze Rückstand wird als Schmiedepech verbraucht oder bis zum Coks erhitzt.

Die Ausbeute beträgt bei einem reinen Harze:

Pinolin	3,10 %
Harzöl	85,10 „
Coks	3,90 „
Essigwasser	2,50 „
Gas und Verlust . .	5,40 „
	100,00 %

Bei einem Harze als gewöhnliche Handelswaare fällt der Gehalt selbstverständlich anders aus, weil Baumrinden, Holzreste etc. vorhanden sind und ist auch der Coks durch Sand etc. stark verunreinigt.

Das mit dem Pinolin übergegangene essigsaure Wasser wird mit Kalkhydrat gesättigt, filtrirt, zur Trockne verdampft und der so gewonnene essigsaure Kalk an Essigsäurefabriken verkauft. Das Pinolin wird rectificirt; es wurde früher unter diesem Namen auch als Leuchtöl in den Handel gebracht, ist aber zu sehr dem Verharzen unterworfen und daher ebenso wenig brauchbar, wie das über Kalkhydrat rectificirte Terpentinöl unter dem Namen „**Camphin**“.

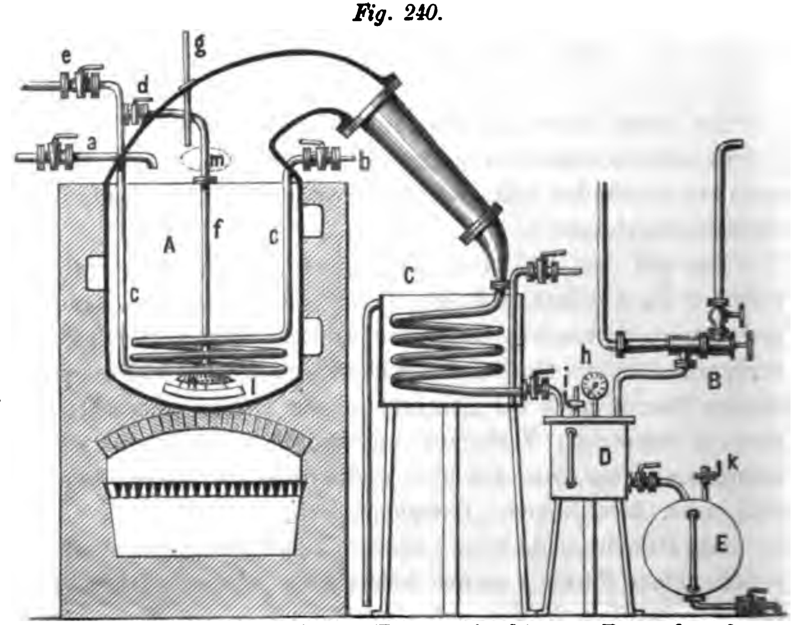
Das Harzöl nimmt beim Lagern in den Fässern eine dunkelveilchenblaue Färbung an und heisst dann „blaues Harzöl“. Dieses rohe Harzöl wird nun einen Tag lang mit Wasser gekocht, wobei das verdampfte Wasser stets ersetzt werden muss; am nächsten Tage wird das Wasser abgezogen und das zurückbleibende Harzöl mit Aetznatronlauge von 37° B. verseift und diese beinahe feste Masse sodann in einem Apparate so weit abdestillirt, als noch Harzöl übergeht, das erhaltene Product ist einfach rectificirtes Harzöl oder secunda „**Codöl**“, welches in eisernen Gefässen über einer dünnen Lage Gyps aufbewahrt wird, wodurch man nach wenigen Wochen ein wasserfreies klares Codöl erhält.

Durch eine Wiederholung der ganzen Operation wird zweimal rectificirtes Harzöl oder prima „**Codöl**“ erhalten. Die Rückstände aus beiden Operationen werden unter das Schmiedepech geschmolzen.

Wird das Harz mit überhitztem Dampfe destillirt, wie aus der Fig. 123 — Seite 592 — ersichtlich, so können nachfolgende Producte erhalten werden:

unter	160° C.	Pinolin	15 %	unter	315° C.	Oel	25 %
„	290° „	Oel	25 „	„	350° „	Oel	12,50 %

Fig. 240.



Destillirblase für freies Feuer, überhitzten Dampf und Vacuumeinrichtung.

A Destillirkessel. *B* Vacuumapparat. *C* Kühler. *D* Vorlage. *E* Reservoir. *a* Zuflussrohr. *b* Dampfrohrhahn. *c* Schlange. *d*, *e* Hähne. *f* Rohr. *g* Thermometer. *h* Vacuummeter. *i*, *k* Hähne. *l* Behälter für Soda. *m*, *n* Dampfrohr.

Kraemer und Flammer wenden bei der Destillation des Harzes ein Vacuum an, also ähnlich wie bei den Naphtarückständen — Seite 611 —, nur ohne Anwendung von überhitztem Dampf, also über freiem Feuer und übertrifft das in der Luftleere erzeugte Destillat an Güte das Product der gewöhnlichen Harzdestillationen.

Bei Benutzung der Kraemer und Flammer'schen Destillationsblase — Fig. 240 — bleibt das Dampfrohr ausser Thätig-

keit und wird nur der Kessel geheizt. Die Luftleere wird durch einen Dampfstrahlsaugeapparat erzeugt — Fig. 134, 135, Seite 609, 610 —.

Ein Destillirkessel, netto 5000 Kilogr. Harz enthaltend, giebt bei der Destillation mit dem Saugeapparate:

circa	150	Kilogramm	Harzessenz — Pinolin
„	2500	„	blondes Harzöl
„	850	„	blaues Harzöl
„	750	„	grünes Harzöl

welche Destillate wie vorstehend auch getrennt werden.

Das blonde Harzöl wird, nachdem das Sauerwasser möglichst sorgfältig abgezogen ist, zum Zwecke der Reinigung in ein Waschbassin gebracht und mit Aetznatronlauge und directem Dampfe behandelt, bis das noch in dem Rohöle enthaltene unzersetzte Colophonium als braune Seife sich abscheidet. Sobald man sich durch Ziehen von Proben hiervon überzeugt hat, überlässt man das Ganze einige Stunden der Ruhe, zieht die Lauge respective Harzseife ab und wäscht zweimal mit warmem Wasser unter gleichzeitiger Anwendung von directem Dampf aus. Es wird sodann das gereinigte aber noch trübe Oel von dem Waschwasser abgezogen und einige Zeit der Einwirkung der Luft und des Lichtes bei höherer Temperatur ausgesetzt. Das Wasser scheidet sich auf diese Weise vollständig ab und ist das so gewonnene Oel von schöner gelber Farbe, harz- und säurefrei, nicht fluorescirend, fast geruchlos, findet als Maschinenöl vortheilhaft Verwendung.

Das blaue und grüne Harzöl kommen als rohe Harzöle in den Handel und werden vorzugsweise von den Wagenfettfabrikanten benutzt. Durch Kochen mit Kalkhydrat oder granulirtem Zink, oder durch Behandeln mit Natronlauge und nochmalige Destillation, wird das schon oben erwähnte Codöl dargestellt.

Auf Tafel 5 ist eine Harzölfabrik-Anlage angegeben:

A Destillirkessel, auch für überhitzten Dampf. *B* Condensator. *C* Vorlage. *D* Quetschwerk. *E* Reinigungsapparate. *F* Dampfmaschine. *G* Dampfkessel. *H* Transmissionen. *J* Laufwinde.

Aus der Buchstabenerklärung ergiebt sich schon die ganze Anlage. Der Betrieb kann in den schon öfter beschriebenen Destillationskesseln über freiem Feuer oder mit überhitztem Dampfe geschehen. Da das Zusammenschmelzen des Harzes in grösseren Stücken ziemlich viel Zeit erfordert, so ist es vortheilhaft, die Harzstücke zu zerkleinern und findet sich in der Anlage ein Quetschwerk *D*, welches durch die Transmission *H* von der Dampfmaschine aus in Bewegung gesetzt wird. Durch die gleiche Transmission können auch die Rührwerke in den Reinigungs- resp. Waschgefässen in Bewegung gesetzt werden. Die Reinigung mit Natronlauge ist bei den Harzölen von grösster Wichtigkeit, denn enthalten sie noch saure oder harzige Producte, so sind sie auch an der Luft leichter oxydirbar und verharzen schneller.

Das **Harzöl** des Handels — **Huile de resine, Rosin oil, Resin oil** — ist ein eigenartiges Product, welches nicht frei von Sauerstoff ist, es ist dickflüssig, durchsichtig, gelb bis rothgelb, blau schimmernd, riecht angenehm, hat ein specifisches Gewicht von 0,900—0,950, siedet bei 200° C., reagirt sehr schwach sauer, verharzt nicht an der Luft und vermag mit Alkalien keine Seifen, sondern nur Emulsionen zu bilden, wie sich durch nachfolgenden Versuch beweisen lässt. Mischt man 1 Ccm. des schweren Harzöles mit 3 Ccm. concentrirter Aetznatronlauge durch starkes Schütteln, setzt dann 5 Ccm. 90procentigen Weingeist hinzu, mischt und erhitzt bis zum Kochen, so scheidet sich in der Ruhe die Lauge klar und farblos ab, darüber sammelt sich die Oelschicht und über letzterer der Weingeist in etwas trübem Zustande.

Nur mit Kalkhydrat längere Zeit gekocht, lässt es sich zu einer dunkelbraunen weichen, butterartigen Masse vereinigen, welche die Fähigkeit besitzt, noch eine Masse Harzöl aufzunehmen. Diese sogenannte Harzölkalkseife findet als **englisches Patentwagenfett** Anwendung.

Das Codöl oder Retinöl, ersterer Name nicht zu verwechseln mit dem **Cod oil** = Leberthran der Engländer, siedet bei ungefähr 235° C. und zeigt eine noch schwächere gelbe Färbung mit kaum merkbarem blauen Schimmer. Der blaue Schim-

mer kann ebenso wie bei Paraffinölen etc. durch Erhitzen mit Nitro- und Dinitro-Benzol-, Toluol-, Naphtalin und Schwefelkohlenstoff entfernt werden.

Ihr Geschmack ist etwas bitter und stechend, verharzen sehr gut gereinigt, an der Luft nicht, und da dieselben bei — 15° C. kaum ihre Consistenz ändern, werden sie zu Schmiermitteln verwendet. Das entfärbte Codöl findet auch Verwendung zum Verfälschen der vegetabilischen fetten Schmieröle, besonders des Rüböles und Olivenöles. Die gewöhnlichen Harzölsorten dienen zum Verfälschen des Fischthranes und werden selbst bis 30—40 % mit Petroleumblauöl und Paraffinölen verfälscht.

Die Anwendung des Harzöles ist noch eine sehr ausgedehnte, so zur Druckerschwärze, zur Erzeugung der verschiedenen Sorten Brauerpech; da das gewöhnliche Harz allein viel zu spröde ist und von den Fässern abspringen würde, so werden demselben je nach der zu erzielenden Härte 10 bis 15 % Harzöl zugesetzt, ferner zur Fabrikation von transparentem Flaschenlack.

Das Harzöl kommt in Petroleumfässern in den Handel.

Der Export von Harz zur Fabrikation von Harzöl betrug von New-York:

1881: 990 943 Barrels. 1882: 906 882 Barrels.
1883: 966 870 Barrels.

XIII. Verwerthung der Abfallproducte. Ammoniakwasser, Sauerwasser, Schwefelsäure, Natron.

Die Verwerthungen der Abfälle von der Theergewinnung und Theerverarbeitung gehören eignen Industriezweigen an. Der Vollständigkeit halber sollen die Verwerthungen aber in den Hauptzügen hier angeführt werden.

1. **Ammoniakwasser.** Die bei der Darstellung des Theeres und der Destillation des Theeres resultirenden Flüssigkeitsmassen werden zunächst in grosse Cysternen abgelassen und darin gesammelt; später in Fässer zum Versande gepumpt, wenn nicht bei der Theerdestillation schon Vorkehrungen zum directen Verarbeiten getroffen sind.

Der Gehalt an Ammoniak in den Wässern ist selbstverständlich kein constanter, derselbe hängt von dem Stickstoffgehalte der Kohlen und der bei der Destillation eingehaltenen Temperatur ab. Je höher letztere ist und je länger dieselbe einwirkt, desto mehr wird der Stickstoff der Steinkohle als Ammoniak auftreten, während er ausserdem zum Theil als Anilin, Chinolin, Lepidin etc., zum Theil als Cyan auftritt.

Selten tritt das Ammoniak weder im Gaswasser noch ammoniakalischen Theerwasser als freie Base auf. Das Condensationswasser der Gasanstalten und das Condensationswasser bei der Destillation des Theeres, welches als Vorlauf mit den Leichtölen auftritt, hat eine gleiche Zusammensetzung und ist das Verarbeiten dieser Ammoniakwässer ein gleiches.

Das Gaswasser und Theerwasser enthält ohne Berücksichtigung der sehr kleinen Mengen anderer Substanzen, wie Kreosot und Carbolsäure, folgende Bestandtheile:

Freies Ammoniak	Chlorammonium
Ammoniumcarbonat (Mono- und Bi-)	Ammoniumacetat
	Ammoniumsulphat
Schwefelammonium	Ammoniumsulphit
Schwefelcyanammonium (Rhodanammonium)	Ammoniumhyposulphit
	Organische Amine (Anilin)

u. s. w.

Die Steinkohle enthält nur selten mehr bis 2 %, die Braunkohlen bis 1 % Stickstoff — Seite 139 und 163 — und giebt denselben nicht vollständig als Ammoniak resp. kohlensaures Ammoniak ab, sondern nur zum Theil, wie sich aus den obigen Ammoniumverbindungen ergiebt. Im Durchschnitt ist gefunden, dass ein Cubikmeter Ammoniakwasser als Ammoniumsulphat berechnet 50 Kilogr. liefert, so dass zur Herstellung von circa 100 Kilogr. dieses Salzes = 20 Metercentner Gas- oder Theerwasser erforderlich sind.

Die Darstellung des schwefelsauren Ammoniak mit der Abfallschwefelsäure geschieht jetzt in den seltensten Fällen zur Düngerfabrikation, da beim Ankauf des Salzes der vorhandene Theergeruch eine schlechte Waare voraussetzt; an Stellen, wo Absatzquellen für unreinen Salmiak = Chlorammonium vorhanden sind, lohnt sich eine Sättigung des Ammoniakwassers mit Salzsäure.

Jetzt findet gewöhnlich eine Zerlegung der oben erwähnten Ammoniaksalze mit Kalk statt, oder eine Destillation resp. Fractionirung des Ammoniakwassers ohne Zusatz von Kalk; im ersteren Falle werden sämmtliche Säuren vom Kalk gebunden und Ammoniak in Freiheit gesetzt, im zweiten Falle nur das an Kohlensäure und Schwefelwasserstoff gebundene vollständig, dass an unterschweflige Säure gebundene theilweise unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff, während das mit Schwefelcyanwasserstoffsäure — Rhodanwasserstoffsäure — verbundene in der Lösung zurückbleibt.

Bei der Destillation des Ammoniakwassers sucht man eine systematische Verstärkung resp. Bereicherung des Productes mit einer ebensolchen Erschöpfung des Rohstoffes zu verknüpfen und besteht die einfachste Methode darin, zwei neben

einander liegende Dampfkessel zu verwenden, welche durch ein Feuer je nach der Stellung eines Schieber abwechselnd geheizt werden können.

Beide Kessel werden mit Ammoniakwasser unter Zusatz von Kalkmilch gefüllt und sind mit den nöthigen durch Hähne abzustellenden Röhren versehen, wovon je ein Ende des Rohres an der oberen Seite des Kessels angebracht ist, das andere bis fast auf den Boden des Kessels reicht; ferner ist bei jedem Kessel ein Abzugsrohr mit Hahn für die Dämpfe vorhanden. Bei dem Anheizen des einen Destillirkessels gelangen die aus dem ersten tretenden wasserreichen Dämpfe in den zweiten Kessel, erwärmen das darin enthaltene Gaswasser, bringen dasselbe zum Sieden; die nun aus dem zweiten Kessel in eine Kühlschlange gelangenden Dämpfe sind ammoniakreicher und wasserärmer und werden von vorgelegtem und gekühltem Wasser absorbirt. Nach der Erschöpfung des im ersten Kessel enthaltenen Wassers wird dasselbe abgelassen und der Kessel mit neuem Ammoniakwasser und Kalkmilch mittelst Pumpen gefüllt. Darauf wird der zweite Kessel geheizt, die sich entwickelnden Dämpfe gelangen nach dem ersten, also frisch gefüllten Kessel, bringen die Flüssigkeit zum Sieden und das Ammoniakgas gelangt wieder in die Condensations- und Absorptionsgefässe; der Process kann dann beliebig wiederholt werden. Es ist noch zu berücksichtigen, dass am Absorptionsgefässe noch ein Abzugsrohr für die flüchtigen austretenden Gase anzubringen ist und dieselben unter die Feuerung geleitet werden müssen.

Es lassen sich aber auch die über einander liegenden von je 50 Hectoliter Inhalt zur Destillation von Ammoniakwasser benutzen; die beiden untersten erhalten directe Feuerung, der oberste ist Vorwärmer oder Dephlegmator. Die entweichenden Dämpfe werden durch ein 20 Meter langes System von Kühlern geleitet, um das Wasser zu entfernen und dann das Gas den Waschflaschen und Condensationsapparaten zugeführt. Letztere sind unter sich durch mit Holzkohle gefüllte Rohre verbunden, die etwaige Reste von Empyreuma — theerartigen Bestandtheilen — wegnehmen sollen.

Durch das Einbringen der ganzen Menge von Kalk in den

Kessel vor der Operation soll die Verunreinigung des Salmiakgeistes durch die flüchtigen Ammonverbindungen — Schwefelammonium und Ammoniumcarbonat — verhindert werden.

Um Brennmaterial zu ersparen und concentrirte Lösungen zu erhalten, sind die Destillationsapparate jetzt meistens nach dem Princip der Spiritusdestillationsapparate oder Rectificationsapparate für niedrig siedende Theerkohlenwasserstoffe eingerichtet, wobei die Wasserdämpfe theilweise condensirt werden und in den Destillirkessel zurückfliessen, während nur das stärkste Ammoniak, weil am flüchtigsten, in den eigentlichen Kühlapparat gelangt. Dergleichen Apparate sind von Lunge, Rose, Solvay, Mallet, Margueritte etc. construirt und findet bei der Fabrikation die Reinigung des Ammoniak dadurch statt, dass man die Dämpfe Kohlenfilter passiren lässt.

Der von Solvay empfohlene Apparat für die Destillation des Theerwassers ist horizontal construirt und wird direct geheizt. Er hat den Vorzug vor ähnlichen Apparaten, dass eine fortwährende Bewegung der ganzen Flüssigkeitsmasse veranlasst wird, indem die eigenen Dämpfe der Destillation durch die Flüssigkeit selbst hindurch gedrängt werden. Besonders beachtenswerth ist der Apparat durch das seiner Construction zu Grunde liegende Princip, durch welches es möglich wird, dass die Dämpfe der Destillation selbst die zu destillirende Flüssigkeit verdrängen und weiter bewegen und zwar in horizontaler Richtung und entgegengesetzt von der Richtung des Dampfstromes.

Die gereinigten Ammoniakdämpfe werden dann entweder in Wasser zur Darstellung des Salmiakgeistes oder verdünnte Schwefelsäure zur Ammoniumsulphatbereitung geleitet.

Das **Ammoniak** — NH_3 — ist ein farbloses, eigenthümlich stechend riechendes Gas, welches bei — 40° C. oder bei gewöhnlicher Temperatur unter einem Drucke von 6—7 Atmosphären sich zu einer farblosen, leicht beweglichen Flüssigkeit verdichtet, die bei — 75° C. krystallinisch erstarrt. Das specifische Gewicht des Gases beträgt 0,595 Luft = 1 8,5 — H = 1, das des flüssigen Ammoniak bei 0° C. = 0,6234 Wasser = 1. Ein Liter Ammoniakgas wiegt bei 0° C. und 760 Mm. Druck

= 0,7627 Gr. Es ist eine starke Base und verbindet sich mit Säuren direct zu Salzen.

Die Einwirkung des Ammoniak auf den thierischen Organismus ist eine kräftig irritirende und giebt sich durch Thränen, Röthung der Augen, Schleimfluss aus Nase und Mund, heisere Stimme kund. Auch auf die Pflanzen wirken Ammoniak und die alkalisch reagirenden Ammoniumverbindungen sehr verderblich ein, während die neutralen und sauer reagirenden Ammonsalze wahre Nahrungsmittel für die Pflanzen sind.

Im Wasser löst sich das Ammoniak in sehr grosser Menge zu einer den Geruch des Gases besitzenden stark alkalischen Flüssigkeit, welche als **Ammoniakflüssigkeit, Aetzammoniak** oder **Salmiakgeist** bezeichnet wird. 1 Volumen Wasser von 0° C. nimmt 1050 Volumen Ammoniakgas oder 1 Gramm Wasser bei 0° C. 0,875 Gramm Ammoniak zu einer Flüssigkeit von 0,870 spec. Gew. = 47,00 % NH_3. Die Löslichkeit vermindert sich mit der Zunahme der Temperatur, so dass bei 15° C. nur 727 Volumen und bei 20° C. nur 654 Volumen NH_3 gelöst werden. Durch anhaltendes Kochen der wässrigen Lösung wird alles Ammoniak wieder ausgetrieben.

Leitet man einen starken Luftstrom durch eine concentrirte Ammoniaklösung, so verdunstet das Gas mit solcher Schnelligkeit, dass die Temperatur der Flüssigkeit bis zum Gefrierpunkt des Quecksilbers sinkt. Auf dieser Verdunstungskälte beruht die Carré'sche Eismaschine, welche sich bei der Entwicklung der Ammoniakdämpfe im luftleeren Raum erzeugt. Der Salmiakgeist findet nicht nur in der Medicin, sondern zu vielen chemischen und technischen Zwecken Verwendung: zum Ammoniak-Sodaprocess, in der Färberei etc., bei der Metallurgie zum Ausziehen von Kupfer und Silber etc.

Von den Ammoniaksalzen wird das **Ammoniumsulphat — Ammonium sulphuricum** — $(NH_4)_2SO_4$ am häufigsten dargestellt, es ist das sogenannte neutrale oder secundäre Salz, welches in farblosen rhombischen Säulen krystallisirt, sauer schmeckt und in Wasser leicht löslich ist. Es findet als Düngemittel und zur Alaunfabrikation Verwendung und dient zur Darstellung der meisten Ammoniaksalze.

Durch Absorption des Ammoniakgases in Salzsäure wird der **Salmiak, Chlorammonium, Ammoniumchlorid, Ammonium muriaticum** — NH_4Cl — dargestellt. Dieses Salz kam in der Mitte des vorigen Jahrhunderts aus Aegypten und wurde in der Nähe des Tempels des Jupiter Ammon beim Verbrennen des Kameelmistes gewonnen, daher der Name **Sal ammoniacum** = Salmiak. Der Salmiak krystallisirt in Würfeln und Octaedern, welche sich zu federartigen Vegetationen gruppiren. In dem Handel kommt der Salmiak in Broten resp. in weissen durchscheinenden Scheiben oder Ziegeln vor; er greift Eisen, Zink, Kupfer, Zinn, Messing und Blei an und wird in der Technik zum Löthen, Verzinnen, Verzinken benutzt, ferner findet er Verwendung in den Färbereien, Kattundruckereien, in der Metallurgie, Goldschmiedekunst, Galvanoplastik und vielfach zum Düngen der Felder.

Handelt es sich um die Verarbeitung ammoniakalischer Braunkohlen- und Torftheere, welche gleichzeitig Holzgeist — Methylalcohol — enthalten, so wird das vom Theer möglichst befreite Ammoniakwasser in grossen gusseisernen Destillationsblasen mit Kalkbrei langsam abdestillirt und das Destillat sehr gut gekühlt. Das den Holzgeist und das Ammoniak enthaltende Destillat wird mit Schwefelsäure neutralisirt und nochmals destillirt, wobei der Holzgeist übergeht und schwefelsaures Ammoniak zurückbleibt.

2. **Holzessig, Essigsäure und Holzgeist.**

Das Rohmaterial stammt von der trocknen Destillation der holzigen Braunkohle, des Torfes oder des Holzes her; es muss das Destillat längere Zeit der Ruhe überlassen werden, damit sich der Theer vollständig abscheidet. Das Ammoniak tritt in diesen Destillationswässern zurück, es hat saure Eigenschaften und wird kurzweg **Sauerwasser** oder **Holzessig** — **Acetum pyrolignosum** — genannt; dieses Wasser enthält Essigsäure und seine Homologen und noch einen Ueberschuss von **Methylalcohol** oder **Holzgeist** — Seite 292 —, **Spiritus pyroxilicus**, wodurch nicht unbedeutende Mengen Brandharz mit aufgelöst sind, ferner enthält er noch in geringer Menge Phenole und Guajacole — Seite 320 — und Methylamin — Seite 341 —,

und alle diese Körper ertheilen durch Lösen der Harze dem Holzessig eine braune Farbe und den bekannten empyreumatischen — theer- und rauchartigen — Geruch und Geschmack und diesen Körpern verdankt auch der rohe Holzessig seine ausgezeichneten antiseptischen Eigenschaften; weshalb er zum Conserviren des Fleisches, Holzwerkes etc. gebraucht wird. Der grösste Theil dient aber zur Darstellung der verschiedenen essigsauren Salze, welche in der Färberei und Zeugdruckerei schon im unreinen Zustande verwendet werden können, wie das holzessigsaure Eisen und die holzessigsaure Thonerde — Eisenbeize und Thonerdebeize —.

Der Holzessig wird zuweilen für sich einer Reinigung unterworfen und in kupfernen, durch Dampfröhren geheizte Blasen fractionirt destillirt. Nach Abtreibung des Holzgeistes wird die Vorlage gewechselt, um dann den Holzessig abzudestilliren, wobei in der Blase noch Theer zurückbleibt.

In vielen Fabriken wird vor der Destillation der Holzessig mit Kalkmilch neutralisirt und es bleibt dann essigsaures Calcium in der Blase zurück; in diesem Falle sind auch eiserne Retorten anzuwenden.

Ein Ueberschuss von Kalk verwandelt aber den Holzgeist leicht in ein dem Aldehydharze analoges Harz; der Kalk bildet übrigens stets harzähnliche Abscheidungen, wobei sich die ganze Flüssigkeit, wenn eiserne Retorten angewendet sind, prächtig violett färbt. Der rein darzustellende blaue Farbstoff wird **Coerulignon** genannt und findet bei der Alizarintintenfabrikation Anwendung.

Der nach der obigen Behandlung des Rohmaterials gewonnene **Methylalcohol** enthält stets eine geringe Menge Ammoniak und muss deshalb, wie schon früher angegeben, mit Schwefelsäure neutralisirt und zur Wasserentziehung noch über Chlorcalcium rectificirt werden; verwittertes Glaubersalz entzieht ihm dann noch vollständig das Wasser. Dieser Methylalcohol ist aber noch nicht rein, sondern enthält noch Aceton, Allylalcohol etc.

Die in der Blase rückständige Lösung von Calciumacetat wird von den harzigen und theerigen Substanzen abfiltrirt und die Flüssigkeit zur Trockne verdampft, welche dann rohes

Calciumacetat hinterlässt; oder ist vor der Destillation zum Abstumpfen des Holzessigs Natronlauge verwendet, so hinterbleibt rohes Natriumacetat. Das Natriumacetat wird bis zur Weisse geglüht, um alle Theerproducte zu entfernen und wird später mit Schwefelsäure destillirt zur Darstellung von reiner **Essigsäure als Acidum aceticum** — Seite 312 —. Oder das Natriumacetat aus der Blase wird durch Krystallisirenlassen und Waschen in ein ziemlich reines Salz verwandelt und ohne Weiteres mit Schwefelsäure und etwas Kaliumdichromat destillirt, um den Rest der empyreumatischen Riechstoffe zu zerstören. Der erhaltene Essig heisst **destillirter Essig** — **Acetum destillatum** — mit einem specifischen Gewicht — 1,010 bis 1,015 und setzt man diesen einer beträchtlichen Kälte aus, so scheiden sich Krystalle ab, von welchen der flüssige Antheil abgegossen wird und welche nach dem Schmelzen **Acetum concentratum** oder **Acidum aceticum dilutum** darstellen.

In einzelnen Fabriken wird die in der Blase restirende Lösung von Calciumacetat auch mit einer Lösung von Glaubersalz zur Umwandlung in Natriumacetat und Gyps versetzt und die erhaltene Natriumacetatlösung nach der einen oder anderen Methode weiter verarbeitet.

3. **Abfall- oder Reinigungs-Schwefelsäure.**

Die zum ersten Waschen der Destillationsproducte von Erdöl, Steinkohlen, Braunkohlen, bituminösem Schiefer etc. benutzte Schwefelsäure enthält die organischen Basen der aromatischen Reihe, wie Anilin, Toluidin etc. Die übergehenden flüchtigen Basen sind in Quantität so gering, dass sie nicht verarbeitungswürdig sind. In wenigen Fabriken findet eine sogenannte Ansättigung der Säure statt, d. h. dass dieselbe Säure mehreremal zum ersten Behandeln der Destillationsproducte dient. In diesem Falle wird die Säure mit Aetzlauge abgestumpft resp. wenig übersättigt und unter bekannten Cautelen der Destillation unterworfen. Das Destillat findet in Farbefabriken Absatz.

Wie seiner Zeit der Theer das lästigste Product der Gasanstalten war, so ist jetzt die zum Reinigen der Theerproducte dienende Schwefelsäure die Plage der Erdöl- oder Theerver-

arbeiter etc. In öffentliche Wasserläufe kann die Säure nicht gelassen werden, denn Alles, was da kreucht und fleucht, würde dem Verderben ausgesetzt sein. Selbst der gebildete Europäer etc. in seiner Villa sträubt sich, einen derartigen Abfluss in seiner Nähe zu dulden.

Die zum Reinigen benutzte Schwefelsäure von 66° B. wird nur zum geringsten Theile zersetzt, die Abfallsäure enthält aber durchschnittlich bei einem specifischem Gewichte von 1,40 noch ungefähr 45 % Schwefelsäurehydrat, welche dem Nationalwohlstand nicht verloren gehen dürfen. Der Verbrauch zum Sättigen von Gaswasser ist der geeignetste nach Lage der Fabrik und Absatz.

Der Verbrauch dieser Säure zur Sättigung des Kreosotnatron hat seine Missstände — Seite 765 —, die Verwerthung zum Aufschliessen der Phosphorite ist nicht lohnend, weil die Producte keinen Absatz finden — Seite 780 —. Die Verwerthung zum Aufschliessen von stark eisenhaltigem Thon zur Darstellung von Eisenalaun für die Färbereien ist selten und so bleibt diese Säure die Last der Theerfabrikanten resp. Verarbeiter. Die Methoden für Verwerthung sind in Unzahl angegeben und jeder Patentinhaber schätzt sich glücklich, den Stein der Weisen gefunden zu haben. Die verschiedenen Methoden können nach Lage der Fabrik einen bestimmten Werth haben, zum Abschluss ist die Frage aber noch lange nicht gekommen.

So dampfte Young in Edinburg seiner Zeit die Säure ein und verbrannte den Rückstand. Die Schwefelsäure wurde zersetzt und die gebildete schweflige Säure in Bleikammern zur Wiederdarstellung der Schwefelsäure geleitet.

Andernfalls würde sich die gewonnene schweflige Säure zur Darstellung von schwefligsaurem oder unterschwefligsaurem Natron verwerthen lassen.

Nach W. P. Jenny soll die Abfallschwefelsäure mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnt und das sich ausscheidende übelriechende Oel mehreremal mit kochendem Wasser und zuletzt mit etwas Sodazusatz gewaschen werden; dann wird das abgeschiedene Oel bis 250° C. erhitzt und 48 Stunden lang ein starker Luftstrom durchgeblasen. Der Sauerstoff der Luft wirkt

oxydirend und verwandelt das Oel nach dem Erkalten in eine tiefbraune harzige Masse, welche zu Lacken und Guttaperchazusätzen verwendet werden kann.

Nach einer anderen Methode wird die Abfallsäure längere Zeit auf 100—150° C. erhitzt, dann mit Wasser versetzt und nach dem vollkommenen Erkalten das dabei sich abscheidende ölartige Product mit Petroleumäther zum leichteren Abscheiden versetzt. Der Petroleumäther wird abdestillirt und der Rückstand zu Lack verbraucht. Die rückständige Schwefelsäure ist dann sehr gut zur Ammoniumsulphat-Darstellung zu verwerthen.

Die chemische Fabrik-Actiengesellschaft in Hamburg verarbeitet die Abfallsäure fast in gleicher Weise — D. R. P. Nr. 34947 —, verwendet aber zum Abscheiden die Theeröle resp. Carbolöle und schildert ihr Verfahren ungefähr folgendermaassen:

Bei der Behandlung der Theeröle mit Schwefelsäure scheidet sich in Ruhe die Säure als schwarzbraune dickliche Flüssigkeit ab. Die von den theerigen Massen getrennte Säure von 1,20—1,25 kann durch nochmaliges Schütteln mit Theerölen, Carbolsäure u. dergl. völlig farblos erhalten werden und kann auch zur Darstellung von schwefelsauren Salzen dienen. Die betreffende Fabrik verarbeitet die Schwefelsäure auf Theerbasen: Anilin, Pyridin und Chinolin. Die Abfallsäure wird nach dem Abziehen sobald wie möglich mit Wasser verdünnt, wobei die Menge des Wassers zwar je nach der Natur der Abfallsäure in gewissen Grenzen variirt, in der Regel aber so bemessen wird, dass sie dem in der Abfallsäure enthaltenen Schwefelsäurehydrat dem Volumen nach gleichkommt. Sodann werden zwei Schichten erhalten. Die untere Schicht findet als freie Säure Verwendung wie oben, die obere Schicht enthält die Sulphosäuren und Kohlenwasserstoffe, welche zu Imprägnirungszwecken dienen.

Die Wiedergewinnung der **Natronlauge** lässt bis jetzt sich nur in der bereits Seite 780 geschilderten Weise bewerkstelligen.

XIV. Schmiermittel.
Eigenschaften u. Wirkungen der Schmiermittel. Vergleichung d. Schmierfähigkeit animalischer, vegetabilischer und fossiler Fette und Oele.

1. Hindernisse der Bewegung. — Reibungswiderstände etc.

Leonardo da Vinci, einer der grössten Genies des 15. Jahrhunderts, ebenso berühmt als Maler wie als Mathematiker, Architect, Ingenieur, Philosoph, Dichter und Musiker, hat sich in der technischen Lehre der Wasserbewegung — Hydraulik und Hydrodynamik — und der Anatomie der Bewegungslehre der menschlichen Körpertheile als bedeutender und vielfach bahnbrechender Geist erwiesen und scheint der erste gewesen zu sein, der sich mit dem Studium des Widerstandes beschäftigte, welcher bei der Bewegung fester Körper aufeinander entsteht, der vorzugsweise von der Rauhigkeit der aufeinander gepressten Oberflächen herrührt und mit dem Namen Reibung bezeichnet wird. —

Wird einem auf horizontaler Unterlage ruhenden Körper eine fortschreitende Bewegung längs der horizontalen Unterstützungsebene ertheilt und der Körper alsdann sich selbst — d. h. ausschliesslich der Wirkung seines Gewichtes und des von der Unterlage geleisteten Gegendruckes — überlassen, so findet man unter allen Umständen, dass die Geschwindigkeit der Bewegung allmählich abnimmt, und dass nach einiger Zeit der Körper zum Stillstande gelangt.

Um die Geschwindigkeit der Bewegung unverändert zu erhalten, dazu bedarf es einer Kraft, welche in der Richtung der Bewegung wirkend, fortwährend die verlorene Geschwindigkeit wieder ersetzt.

Es muss hieraus geschlossen werden, dass die von Seiten der Unterlage auf den Körper übertragene Kraft — P — nicht vertical aufwärts gerichtet ist, sondern ausser ihrer verticalen Seitenkraft — N — auch eine horizontale längs der Berührungsfläche wirkende Seitenkraft — W — enthält, welche der Bewegungsrichtung allemal entgegenwirkt. Die Grösse dieses Widerstandes lässt sich bestimmen, indem durch Versuche die Grösse der horizontalen Kraft K ermittelt wird, welche erforderlich ist, um den Körper gleichförmig längs der Unterlage fortzubewegen. Da bei gleichförmiger Bewegung sämmtliche auf den Körper wirkende Kräfte einander im Gleichgewicht halten müssen, so ist alsdann der normal zur Berührungsfläche wirkende Gegendruck N gleich dem Gewicht G des Körpers, und die horizontale Zugkraft K jenem Widerstande W selbst gleich.

Man findet, dass die erforderliche Zugkraft — also auch jener Widerstand — um so kleiner ausfällt, je sorgfältiger die Oberflächen der Körper an den Berührungsstellen geglättet sind. Man nimmt deshalb an, dass jener Widerstand in den auch bei sorgfältiger Glättung der Oberflächen nie ganz zu beseitigenden kleinen Unebenheiten der Oberflächen seine Ursache hat und nennt denselben den **Reibungswiderstand.**

Nicht nur bei einem auf horizontaler Unterlage fortgleitenden Körper, sondern überhaupt in allen Fällen, wo zwei einander berührende Körper längs einander gleiten, ist der zwischen den beiden Körpern wirkende normal zur Berührungsebene gerichtete Druck N begleitet von einem längs der Berührungsebene wirkenden Reibungswiderstande W, welcher an jedem der beiden Körper der Richtung des Gleitens entgegenwirkt.

Die Erfahrung lehrt, dass bei zwei bestimmten Körpern mit thunlichst geglätteten Oberflächen die Grösse des Reibungswiderstandes wesentlich bedingt wird durch die Grösse des Normaldruckes zwischen den beiden Körpern. Aus diesem Grunde pflegt man die Grösse des Reibungswiderstandes in Procenten des Normaldruckes anzugeben und hat für das Verhältniss $\frac{W}{N} = f$ des Reibungswiderstandes zum Normaldruck

einen besonderen Namen gewählt, den **Reibungscoëfficienten** der beiden Körper:

$$\frac{\textbf{Reibungswiderstand}}{\textbf{Normaldruck}} = \textbf{Reibungscoëfficient}\ \frac{W}{N} = f.$$

Ist für einen bestimmten Fall die Grösse des Reibungscoëfficienten bekannt, so kann man aus der Grösse des Normaldruckes den Reibungswiderstand selbst berechnen mittelst der Gleichung $W = f \,.\, N$:

Reibungswiderstand = Reibungscoëfficient × Normaldruck.

Gesetze und Versuchsresultate, nach welchen für jeden gegebenen bestimmten Fall die Grösse des Reibungscoëfficienten im Voraus genau angegeben werden könnte, sind bislang nicht bekannt. Auch liegt es in der Natur der Verhältnisse, dass das niemals möglich sein wird; denn der Reibungscoëfficient hängt zum Theil von Ursachen und Umständen ab, welche sich nicht als mathematische Grössen definiren lassen, folglich aller Messung und Berechnung sich entziehen. Selbst wenn zu möglichst genauer Ermittlung der Reibungscoëfficienten für jeden besonderen Fall besondere Versuche vorher angestellt würden, so würden die auf solche Weise gefundenen Werthe für spätere gleichartige Fälle dennoch nur als Annäherungswerthe gelten können. Aus den bisher zu solchen Zwecken angestellten Versuchen lässt sich nur Folgendes entnehmen:

1. Die Grösse der Reibungscoëfficienten hängt wesentlich ab von der Substanz der beiden reibenden Körper, von der Beschaffenheit und dem Zustande der einander berührenden Oberflächen — in gewissem Grade auch von der Temperatur —, in sofern der Zustand der Berührungsflächen mit der Temperatur sich ändert. Bei festen harten Körpern kann durch Anwendung geeigneter Schmiermittel eine erhebliche Verminderung des Reibungscoëfficienten erreicht werden. Je härter und glatter die reibenden Körper, je vollkommener die Schmierung: umsomehr darf der Reibungscoëfficient als unabhängig von der Substanz der beiden festen Körper angesehen werden.

2. Auch die Geschwindigkeit des Gleitens hat einen gewissen Einfluss auf die Grösse des Reibungscoëfficienten. Mit abnehmender Geschwindigkeit nimmt der Reibungscoëfficient

in der Regel zu und bei der Geschwindigkeit Null erreicht derselbe dann seinen grössten Werth, d. h. der Reibungscoëfficient beim Uebergang aus Ruhe in Bewegung ist grösser, als der Reibungscoëfficient der Bewegung, und bei sehr langsamem Gleiten ist der Reibungscoëfficient grösser als bei sehr raschem Gleiten.

3. Der Reibungscoëfficient hängt ausserdem ab von der Art und Weise, in welcher der Druck auf die Berührungsfläche sich vertheilt, von der Grösse des auf die Flächeneinheit der Berührungsfläche wirkenden Druckes. Bei sehr kleinem und ebenso bei sehr grossem Drucke auf die Flächeneinheit der Berührungsfläche, ist der Reibungscoëfficient grösser als bei mittlerem Drucke, und man darf annehmen, dass es für je zwei bestimmte Körper eine bestimmte Grösse dieses Druckes giebt, bei welcher der Reibungscoëfficient unter sonst gleichbleibenden Umständen seinen kleinsten Werth erreicht.

4. Während der Reibung werden beständig kleine Theilchen von den Oberflächen der reibenden Körper losgerissen. In Folge dessen ist der Zustand der Reibungsflächen, die Vertheilung des Druckes, die Temperatur im Allgemeinen, also auch die Grösse der Reibungscoëfficienten in beständiger Aenderung begriffen.

Da also einestheils die Art und Weise, in welcher die verschiedenen Umstände ihren Einfluss geltend machen, unbekannt und überhaupt nicht genau bestimmbar ist; da anderntheils während der Reibung diese Umstände selbst sich ändern, so kann von unveränderlich gültigen, überhaupt von einigermaassen genau festzustellenden Werthen der Reibungscoëfficienten für je zwei bestimmte Körperarten überall nicht die Rede sein — vielmehr immer nur von Mittelwerthen, welche als rohe Annäherungen an die wirklichen Werthe zu betrachten sind oder von Grenzwerthen, zwischen welchen unter gewöhnlichen Verhältnissen die Werthe der Reibungscoëfficienten variiren.

Da bei zunehmender Rauhigkeit der Reibungsflächen der Widerstand, welchen die gleich Zähnen in einander greifenden Unebenheiten der Oberflächen dem Gleiten entgegensetzen, sich

derartig vergrössert, dass dadurch ein Wachsen der Reibungscoëfficienten über alle Grenzen hinaus bedingt wird: so kann natürlich mit dem oberen Grenzwerthe nur derjenige Werth gemeint sein, bis zu welchem auch unter gewöhnlichen Umständen, d. h. bei möglichst glatt bearbeiteten Oberflächen, durch zufälliges Zusammenwirken sonstiger die Reibung verstärkender Ursachen, der Reibungscoëfficient mitunter gesteigert wird; und kann überhaupt die Angabe der oberen Grenzwerthe nur den Zweck haben, für die Auswahl passender Mittelwerthe Anhaltspunkte zu bieten.

Bei sehr kleinem — ebenso auch bei sehr grossem — Drucke und bei sehr kleiner Geschwindigkeit — insbesondere bei der Geschwindigkeit Null — wird im Allgemeinen das Maximum, bei mittlerem Drucke und grosser Geschwindigkeit dagegen wird das Minimum als derjenige Grenzwerth anzusehen sein, welchem der wirkliche Werth des Reibungscoëfficienten für den betreffenden Fall am nächsten liegt.

Die bisher bekannt gewordenen Reibungsversuche sind zum grossen Theile noch so ungenügend, dass nicht einmal die unteren Grenzwerthe der Reibungscoëfficienten mit einiger Sicherheit sich feststellen lassen.

Grenzwerthe der Reibungscoëfficienten für Körper mit glatt bearbeiteten Berührungsflächen.

A) Ohne Anwendung von Schmiermitteln.

Gegenstand	Gegenstand	Maximum	Minimum
Metall	auf Metall	0,30	0,10
Metall	„ Holz	0,60	0,10
Holz	„ Holz	0,70	0,25
Leder	„ Metall	0,60	0,25
Leder	„ Holz	0,70	0,40
Hanf	„ Holz	0,80	0,25
Metall	„ Stein	0,50	0,30
Holz	„ Stein	0,65	0,40
Stein	„ Stein	0,75	0,60
Ziegelstein	„ Stein	0,75	0,60
Eis	„ Eis	0,028	0,018
Stahl	„ Eis	0,027	0,014

B) Mit Anwendung von geeigneten Schmiermitteln.

Gegenstand	Gegenstand	Maximum	Minimum
Metall	auf Metall	0,10	0,009
Metall	„ Holz	0,10	0,02
Holz	„ Holz	0,10	0,033
Leder	„ Metall	0,25	0,12

Unter Berücksichtigung der soeben erwähnten Reibungswiderstände wird es doch Manchen angenehm sein, sich in eine praktischere Auseinandersetzung hinein zu denken; der Gedankengang bleibt derselbe wie vorher, nur muss auf die Auseinandersetzungen Bezug genommen werden.

Dass die Reibung um so grösser ist, je rauher die sich berührenden Oberflächen sind, ist bekannt und geht aus dem Wesen der erwähnten Reibung hervor.

Dagegen mag hervorgehoben werden, dass bei einem sehr hohen Grad der Politur unter Umständen die Hindernisse wieder zunehmen können, welche sich der Bewegung eines Körpers auf der Oberfläche eines andern Körpers entgegenstellen; diese neuen Bewegungshindernisse sind der Adhäsion zuzuschreiben, deren Wirkung bei sehr glatten und ebenen Berührungsflächen die Reibung an Grösse übertreffen kann, und wird die Adhäsion namentlich von Bedeutung bei Anwendung von flüssiger oder halbflüssiger Schmiere.

Im Anfang der Bewegung ist, wie schon früher erwähnt wurde, die Reibung grösser als während derselben, oder, wie dies gewöhnlich ausgedrückt wird: **Die Reibung der Ruhe ist grösser als die der Bewegung.**

Die Ursache hiervon liegt darin, dass die Unebenheiten, wenigstens bis zu einer gewissen Grenze, um so tiefer ineinander greifen, je länger die Körper in ruhiger Berührung gewesen sind; bei Holz auf Holz nach wenigen Minuten und bei Metall auf Metall schon nach wenigen Augenblicken erreicht. **Die Geschwindigkeit hat im Allgemeinen keinen merklichen Einfluss auf die Grösse der Reibung.** Dieses Gesetz, das übrigens nur innerhalb gewisser Grenzen gültig und namentlich dann nicht an-

wendbar ist, wenn an den reibenden Flächen durch grosse Geschwindigkeit eine bedeutende Erwärmung eintritt, erklärt sich daraus, dass bei schnellerer Bewegung zwar eine grössere Zahl von Unebenheiten übereinander hinweggleiten, diesen aber eine ebensoviel kürzere Zeit gelassen ist, in einander zu greifen.

Je fester eine Bremse an die Wagenräder angedrückt wird, desto stärker müssen die Pferde ziehen; je schwerer ein Schlitten beladen ist, desto mehr Kraftaufwand wird erfordert, denselben fortzuziehen. Hierauf bezieht sich das wichtige Gesetz: **Die Reibung steht im geraden Verhältniss zum Druck.**

Schiebt man einen Quaderstein das eine Mal auf der breiten, das andere Mal auf der schmalen Seite fort, so hat man im ersten Falle zwar mehr Berührungspunkte als im zweiten; dagegen sind sie im zweiten Falle stärker belastet als im ersten, weil das Gewicht des Steins auf eine kleinere Zahl von Punkten vertheilt ist. Hieraus ergiebt sich das Gesetz: **Die Grösse der Reibung ist unabhängig von der Grösse der Reibungsflächen.** Dieses Gesetz verliert seine Gültigkeit, wenn die Berührungsfläche zu einer scharfen Kante wird, oder wenn sie bei einer weichen Unterlage so schmal ist, dass sie in diese einschneidet, wodurch die Reibung beträchtlich vermehrt wird. Deshalb rundet man an feinen chemischen Wagen die Kante des dreiseitigen Prismas, worauf der Wagebalken ruht, etwas ab; deshalb fährt es sich auf weichem Grunde mit breiten Rädern leichter als mit schmalen, während die Breite der Räder auf festen Strassen einen ganz unbedeutenden Einfluss auf die Grösse der Reibung hat.

Zwischen gleichartigen Oberflächen findet gewöhnlich eine stärkere Reibung statt als zwischen ungleichartigen; dies ist mit ein Grund, warum man z. B. stählerne Maschinentheile, Stangen u. dgl. lieber durch messingene als durch stählerne Führungen gehen lässt — Stahl auf Messing bewegt hat den kleinsten Reibungscoëfficienten —; diese letztere Anordnung bietet den weiteren Vortheil, dass sich die Abnutzung vornehmlich an den weicheren Maschinentheilen geltend macht, welche man deshalb so construirt, dass sie leicht ersetzt werden können.

Zudem ist bei fasrigem Gefüge der reibenden Körper die Reibung grösser, wenn die bei der Bewegung in einander greifenden Fasern parallel laufen, als wenn sie sich kreuzen. Allgemein bekannte Thatsache ist endlich, das Schmiermittel — für Metalle: Fette oder Oele, für Hölzer: Seife oder Graphit, für Metall auf Holz: Wasser — die Reibung bedeutend verringern, indem sie die Vertiefungen auf der Oberfläche ausfüllen und dadurch dem Eindringen der Unebenheiten in einander entgegenwirken.

Die bei dem Gleiten eines Körpers auf unbeweglicher Unterstützungsfläche auftretenden Reibungswiderstände gehören zur Gattung der Widerstandskräfte, welche nur Bewegungen verhindern und verzögern — nie aber Bewegungen hervorbringen können — Seite 896 —.

Der Reibungswiderstand wirkt stets derjenigen Richtung entgegen, in welcher der Körper entweder wirklich gleitet, oder ohne das Vorhandensein des Reibungswiderstandes gleiten würde. Findet das Gleiten wirklich statt, so ist der Reibungswiderstand immer noch gleich dem Producte „**Reibungscoëfficient mal Normaldruck**", also W = f N. Wenn dagegen das Gleiten noch nicht begonnen hat und ein Theil der Kraft f N schon ausreicht, um das Eintreten des Gleitens zu verhindern, so gelangt eben nur dieser Theil zur wirklichen Thätigkeit; der Reibungswiderstand W ist also in diesem Falle kleiner als das Product f N — Seite 896 —.

Wenn die feste Unterstützungsebene eines ruhenden Körpers um irgend einen Winkel gegen die Horizontale geneigt ist, so würde ohne das Vorhandensein des Reibungswiderstandes der Körper in Bewegung gerathen. Dieser Winkel heisst der **Reibungswinkel** und versteht man darunter denjenigen Winkel, dessen Tangente gleich dem Reibungscoëffienten ist: $\text{tg}\ \varphi = f$.

Nach der Tabelle — Seite 884 — wäre z. B. als Reibungswinkel für Ziegelstein auf Stein ein Winkel anzunehmen, dessen Tangente zwischen 0,60 und 0,75 liegt, also $\varphi = 31^\circ$ bis 37°. Für Stahl auf Eis liegt der Reibungswinkel zwischen den Grenzen $0^\circ 48'$ und $1^\circ 32'$, für Holz auf Holz zwischen den

Grenzen 5°45′ und 35°, für Metall auf Metall zwischen den Grenzen 5°45′ und 16°45′.

Der Reibungscoëfficient für Holz auf Holz mit Talg beschmiert beträgt bei Schiffen, welche vom Stapel laufen, etwa 0,033 und ist der zugehörige Reibungswinkel $\varphi = 1^\circ 55'$. Wenn also nach dem Wegnehmen der Befestigungskeile das Gleiten des Schiffes von selbst eintreten soll, so muss die Neigung der Gleitbahn mehr als 1°55′ betragen und gilt deshalb ein Winkel von 4° für eine passende Grösse dieses **Neigungswinkels.**

Das Gleiten ist fortschreitend oder schiebend, wenn dieselben Punkte des bewegten Systemes mit auf einander folgenden Punkten der festen Unterlage in Berührung kommen, dagegen ist das Gleiten „**drehend**“, wenn auf einander folgende Punkte des bewegten Systemes mit denselben Punkten der festen Unterlage in Berührung kommen.

Es ist daher eine besondere Art der gleitenden die **drehende** oder **Zapfenreibung**, welche die drehende Bewegung der Wellzapfen in ihren Lagern hemmt; sie ist viel geringer als die gewöhnliche gleitende Reibung.

Je nach der Lage werden die Wellen stehende, geneigte oder liegende genannt. Die Zapfen der stehenden Wellen heissen „**Stützzapfen**“, die der liegenden Wellen „**Tragzapfen**“.

Die Zapfen sind Theile an Wellen und Axen, welche die Drehung derselben um ihre geometrische Axe vermitteln. Um dies auszuführen, sind sie von einem anderen Körper — Lager, Büchse, Pfanne etc. — umgeben und so gestaltet, dass jeder Querschnitt rechtwinklig gegen die Längsaxe des Zapfens eine kreisrunde Form besitzt. Für Stützzapfen ist der Reibung erzeugende Druck in der Axe der Welle, für Tragzapfen dagegen in einer zur Drehaxe normalen Ebene wirksam zu denken.

Zwei auf einen festen Körper wirkende Kräftepaare halten einander im Gleichgewichte, wenn ihre Momente gleich und ihre Drehungsrichtungen entgegengesetzt sind. **Das Moment des Zapfenreibungswiderstandes ist gleich dem Producte der drei Factoren: Reibungscoëfficient, Zapfendruck, Zapfenhalbmesser**; oder $M = f \cdot D \cdot \varrho$.

Man kann sich die Wirkung des Zapfenreibungswiderstandes veranschaulichen durch ein Gewicht, welches an einem um den Zapfen gewickelten Faden hängend von dem drehenden Kräftepaare hinaufgewunden wird. Die Geschwindigkeit v, mit welcher dieses Gewicht steigt, ist gleich der Geschwindigkeit, mit welcher der Faden sich aufwickelt, also gleich der Peripheriegeschwindigkeit des Zapfens. Die zum gleichförmigen Heben dieses Gewichtes in jeder Zeiteinheit erforderliche mechanische Arbeit A ist also: $A = f D v$.

Ebenso gross ist auch die mechanische Arbeit, welche die zum Ueberwinden des Zapfenreibungswiderstandes erforderliche Drehkraft in jeder Zeiteinheit zu verrichten hat, oder die mechanische Arbeit, welche durch den Zapfenreibungswiderstand in jeder Zeiteinheit consumirt wird. Wenn die Geschwindigkeit v in Metern pro Secunde, und der Zapfendruck D in Kilogrammen ausgedrückt wird, so erhält man aus der Gleichung $A = f D v$ den Arbeitsverlust A in „**Meterkilogrammen** oder **Kilogrammmeter** pro Secunde“. Bei Berechnung der Arbeitsleistungen der Maschinen pflegt man eine in jeder Secunde geleistete Arbeit von 75 Meterkilogrammen eine Pferdekraft zu nennen, also **1 Pferdekraft = 75 Meterkilogramm pro Secunde.**

Wenn z. B. der Zapfendruck D = 10000 Kilogr. und der Reibungscoëfficient f = 0,08 wäre, so würde das den Zapfenreibungswiderstand repräsentirende Gewicht die Grösse haben:

$$f D = 0{,}08 \,.\, 10000 = 800 \text{ Kilogr.}$$

Wenn ferner der Zapfenhalbmesser $\varrho = 0^m{,}075$, und die Zahl der Umdrehungen pro Minute n = 6 beträgt, so ist die Peripheriegeschwindigkeit des Zapfens pro Secunde:

$$v = 2\,\varrho\,\pi \,.\, \frac{n}{60} = 2 \,.\, 0{,}075 \,.\, 3{,}14 \,.\, \frac{6}{60} = 0^m{,}0471.$$

Die zum Ueberwinden des Zapfenreibungswiderstandes in jeder Secunde erforderliche mechanische Arbeit beträgt daher gerade so viel als diejenige mechanische Arbeit, welche erforderlich ist, um ein Gewicht von 800 Kilogr. in jeder Secunde um $0^m{,}0471$ zu heben, es ist also:

$$A = 800 \,.\, 0{,}0471 = 37{,}68 \text{ Mkgr.} = 0{,}502 \text{ Pferdekräften.}$$

Die Reibung, welche bisher fast ausschliesslich im Auge behalten ist, „die **gleitende**“, steht im Gegensatz zu einer anderen Art, welche entsteht, wenn ein Rad, eine Kugel oder eine Walze auf einer festen Unterlage fortrollt, und deswegen die **rollende** oder **wälzende** genannt wird; dabei kommt die Unterlage stets mit neuen Punkten des rollenden Körpers in Berührung.

Da bei der rollenden Reibung die Unebenheiten nur aus einander herausgehoben und nicht geebnet werden, so ist leicht begreiflich, dass sie bedeutend kleiner ist als die gleitende Reibung. Die Steinhauer legen deshalb ihre grossen Quadersteine auf Walzen und rollen sie an den Ort ihrer Bestimmung, deshalb geht die Fahrt, wenn die Bahn nicht sehr glatt ist, leichter mit Wagen als mit Schlitten; aus demselben Grunde versehen die Mechaniker Maschinentheile, die in sogenannten Führungen laufen, mit Rollen — Frictionsrollen —. **Auch die rollende Reibung steht im geraden Verhältnisse zum Druck, dagegen im umgekehrten zum Durchmesser der Walzen oder Räder**, so dass z. B. grossrädrige Lastwagen in dieser Beziehung vortheilhafter sind, als solche mit kleinen Rädern; da am Umfang nur wälzende Reibung zu überwinden ist, während die gleitende Reibung lediglich auf die Axen reducirt bleibt, wo die Ueberwindung derselben einen geringeren Kraftaufwand in Anspruch nimmt, als wenn dieselbe Last fortgeschleift werden sollte; denn während der Wagen um den Umfang eines Rades vorangeht, macht das Rad um die Axe nur eine Umdrehung, die gleitende Reibung ist also nur auf dem kurzen Wege des Axenumfanges zu überwinden gewesen. Daraus geht also hervor, dass der Reibungswiderstand an einem Rade um so geringer ausfallen wird, je kleiner der Halbmesser der Axe und je grösser der Halbmesser des Rades ist. Durch Bremsen wird die rollende Bewegung theilweise oder ganz in die gleitende verwandelt.

Um die Zapfenreibung zum Theil noch in wälzende oder rollende Reibung zu verwandeln, legt man den Zapfen einer Welle oder eines Rades nicht in ein Zapfenlager, sondern auf sogenannte Frictionsrollen, welche aus zwei Räderpaaren

bestehen. Ein Paar solcher Frictionsrollen besteht aus zwei kleinen Rädern mit glatter Peripherie, die so neben einander gestellt sind, dass die Flächen noch zum Theil hinter einander liegen und ein von den Peripherien gebildeter Winkel entsteht. Zwei solcher Paare stehen so, dass sie in diesen Winkeln die Zapfen einer Welle aufnehmen. Kommt nun letztere in Drehung, so werden auch die Räderpaare in Drehung versetzt und zwar wie die **Frictionsräder** oder **Reibräder**, zwei neben einander befindliche Räder oder Scheiben, die sich unter einem gewissen Druck berühren und wenn das eine derselben in Rotation versetzt wird, durch die blosse Reibung mit einander laufen.

Durch Anwendung der **Frictionsrollen** wird die Wirkung der Zapfenreibungswiderstände vermindert und zwar in dem Verhältnisse, in welchem der Umfang der Frictionsrollen zum Umfange ihrer Axen steht, oder was dasselbe ist, in dem Verhältnisse, in welchem der Halbmesser der Frictionsrollenaxe kleiner ist, als der Halbmesser der Frictionsrolle selbst:

$$\frac{r}{R} : \frac{\textbf{Frictionsrollen-Zapfen-Halbmesser}}{\textbf{Frictionsrollen-Halbmesser.}}$$

Wäre z. B. der Radius der Frictionsrollenaxe $^1/_{20}$ vom Radius der Frictionsrolle, so würde der zu überwindende Zapfenreibungswiderstand nur $^1/_{20}$ von dem sein, welchen die Umdrehung des Rades erfahren würde, wenn seine Axe direct in Zapfenlagern liefe.

Der Reibung ist es hauptsächlich zuzuschreiben, dass die wirklichen Leistungen unserer Maschinen durch Kraftverzehrung immer bedeutend hinter dem berechneten Effecte zurückbleiben. — Andererseits gewährt die Reibung aber unzählige Vortheile und wird davon auch hinreichend Gebrauch gemacht.

Ohne Reibung würden wir kaum zu Gehen im Stande sein, ohne Reibung würden wir keinen Körper fest in den Händen halten können, sie würden uns entgleiten wie ein schlüpfriger Fisch. Beim Betrieb von Maschinen wird meist Anwendung von der Reibung gemacht zur Fortpflanzung der Bewegung; denn nur durch die Reibung wird es möglich, mittelst Seilen

oder Riemen die Bewegung eines Rades auf ein anderes zu übertragen, wie dies z. B. bei dem Spinnrad, bei der Schwungmaschine und der Drehbank etc. der Fall ist.

Wird ein vollkommen biegsames Seil ein oder mehrere Male um einen festliegenden Cylinder gewunden und wirken an seinen beiden Enden die Kräfte P und Q, so muss die eine derselben bedeutend grösser sein, wenn sie sich mit der andern ins Gleichgewicht setzen soll, da jede kleine Vergrösserung eine wirkliche Bewegung zur Folge hat. Der Unterschied der beiden Kräfte wächst mit der Anzahl der Umwickelungen des Seiles um den Cylinder. Es kann hierbei nur dadurch eine Bewegung erfolgen, dass das Seil über den Cylinder fortgleitet, dass also die gleitende Reibung zwischen Seil und Cylinder überwunden wird. Es bewirkt auch hier der Druck allein die Vermehrung der Reibung und das schnelle Wachsen derselben beruht allein auf der Eigenschaft der Faden, dass sie in allen ihren Theilen durch eine angebrachte Kraft gespannt werden, und diese in allen Theilen des Seiles vorhandene Spannung bewirkt den normalen Druck gegen die Oberfläche des Cylinders, der natürlich mit der Anzahl der Umschlingungen des Seiles wächst.

Also die Reibung, welche das Seil am Umfange des Cylinders zu überwinden hat, wenn die eine Kraft — Last P — niedergehen soll, ist sehr bedeutend, so dass eine geringe Kraft Q hinreicht, um das Herabsinken von P zu verhindern.

Q	ist	ungefähr	$^{6}/_{10}$ P	bei	$^{1}/_{4}$	Umwickelung	des	Cylinders
Q	„	„	$^{38}/_{100}$ P	„	$^{1}/_{2}$	„	„	„
Q	„	„	$^{12}/_{100}$ P	„	1	„	„	„
Q	„	„	$^{15}/_{1000}$ P	„	2	„	„	„
Q	„	„	$^{2}/_{1000}$ P	„	3	„	„	„

So kann ein Händler, wenn er beim Herabschroten eines vollen Fasses in seinen Keller das dabei angewandte Schrotseil dreimal um einen quer über die Kellerthür gelegten Stamm — Schrotbaum — wickelt, mit einer Kraft von 25 Kilo eine Last von 132 Metercentnern ohne Gefahr hinablassen.

Ohne Reibung würde eine Locomotive nicht im Stande sein, einen Wagenzug fortzubringen. Die Kraft der Dampf-

maschine der Locomotive bewirkt zunächst eine Umdrehung der Treibräder. Diese Räder laufen nun entweder um, während die Locomotive fortrollt; dann müssen sämmtliche Reibungs- und sonstige Widerstände an dem Wagenzug überwunden werden, welcher der Locomotive folgt, — oder die Treibräder drehen sich um, während die Locomotive an ihrer Stelle stehen bleibt, dann ist die gleitende Reibung zu überwinden, welche beim Schleifen der Treibräder auf den Schienen entsteht. Es ist nun klar, dass der Zug fortgehen wird, so lange die Summe aller Widerstände, welche beim Fortrollen des ganzen Wagenzuges überwunden werden müssen, noch kleiner ist als die gleitende Reibung, welche am Umfange der Treibräder entstände, wenn sie umgedreht werden sollten, ohne dass die Locomotive fortrollt.

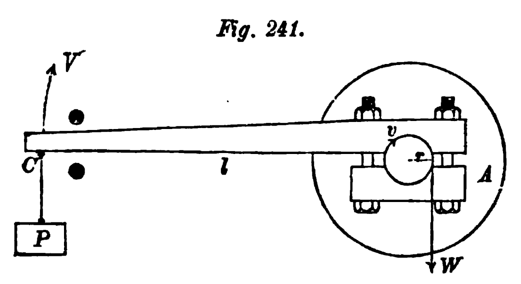
Ist die fortzuziehende Last zu gross, so findet in der That ein Umlaufen der Treibräder ohne entsprechendes Fortrollen statt, wie man dies bei grossen Güterzügen oft bemerkt, wenn der Zug sich in Bewegung setzen soll, weil beim Anfange der Bewegung nicht allein die Reibungswiderstände, sondern auch der Trägheitswiderstand der bedeutenden in Bewegung zu setzenden Masse überwunden werden muss — Seite 887 —.

Aus dem Allen geht hervor, dass es bei der Locomotive nicht allein darauf ankommt, dass die Maschine mit grosser Kraft die Räder umdreht, sondern auch darauf, dass die gleitende Reibung, welche beim Schleifen der Triebräder auf den Schienen entsteht, recht gross ist; diese Reibung wächst aber mit dem Gewichte der Locomotive; die Dampfmaschine der Locomotive muss also nicht allein die nöthige Kraft entwickeln, sondern die Locomotive selbst muss auch das genügende Gewicht haben, welches um so grösser sein muss, je grössere Lasten fortgezogen werden sollen; deshalb muss man nicht allein stärkere, sondern auch schwerere Maschinen anwenden, wenn die Eisenbahn nur eine Steigung von $1-1\frac{1}{2}$ Meter auf 100 Meter Länge hat.

Man wendet die Reibung auch an, um die mechanische Leistung verschiedener Motoren zu bestimmen, so dient der nach seinem Erfinder genannte **Prony'sche Zaum** oder **Brems-**

dynamometer zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit von Wasserrädern, Dampfmaschinen etc. In Fig. 241 stellt *r* die Welle eines Rades vor, das durch die Kraft des Wassers oder des Dampfes etc. gedreht wird, diese Welle wird mit Hülfe zweier Schrauben zwischen zwei kreisbogenförmig ausgeschnittene Holzstücke eingespannt, welche man Sättel nennt und von denen sich das eine in einen langen starken Hebelarm fortsetzt, an dessen Ende eine Wagschale *C* mit Gewicht *P* aufgehängt ist. Schon bei geringer Spannung der Schrauben wird die Reibung zwischen der Welle und den Sätteln so stark, dass das Rad den Hebel mit der leeren Schale mit sich im Kreise herum bewegt; umgekehrt kann aber auch die Wagschale so stark

Fig. 241.



Bremsdynamometer oder Prony'scher Zaum.

A Welle. *C* Wagschale. *P* Gewichte. *V* = Geschwindigkeit. *W* Gewichte. *l* = Halbmesser. *r* = Halbmesser. *v* = Umfangsgeschwindigkeit.

belastet werden, dass der Hebelarm niedersinkt und erst dann von der Welle wieder gehoben wird, wenn die Reibung durch Anziehen der Schrauben entsprechend vermehrt worden ist, endlich aber kann die Belastung der Schale auch so getroffen werden, dass der Hebelarm eine horizontale Stellung annimmt, also weder zurücksinkt, noch von der Welle fortgerissen wird. Um diese Belastung bequem ermitteln zu können, ist ober- und unterhalb des Hebelarmes je eine feste Stütze, wie aus der Zeichnung ersichtlich, angebracht, welche den Hebelarm verhindern zu grosse Bewegungen zu machen. Der mittelst des Zaumes hervorgebrachte Reibungswiderstand wirkt auf die Welle wie ein Gewicht *W*, welches an einem um die Welle gewickelten Faden hängend mit der Umfangsgeschwindigkeit *v*

an der **linken** Seite hinaufgewunden wird; die hierzu erforderliche mechanische Arbeit ist: $A = Wv$.

Auf den Zaum wirkt der Reibungswiderstand rechts herum drehend wie ein in der Entfernung r vom Mittelpunkte aufgehängtes Gewicht W. Dieses Gewicht kann dadurch gemessen werden, dass man auf der linken Seite bei C soviel Gewichte P anhängt, als nöthig ist, um dem an r wirkenden Gewichte W das Gleichgewicht und den Balken wagerecht schwebend zu halten. Nach der Gleichung des Hebels ist alsdann: $P . l = Wr$ oder $W = P . \frac{l}{r}$. Wenn man diesen Werth W in $A = Wv$ substituirt, so erhält man $A = P\left(\frac{l}{r} v\right)$. Der eingeklammerte Factor bezeichnet die Peripherie-Geschwindigkeit, welche ein Kreis vom Halbmesser l besitzen würde, wenn derselbe an der Drehbewegung theilnähme. Wird diese Geschwindigkeit mit V bezeichnet, so erhält man die einfachere Gleichung $A = P . V$.

Die gesuchte mechanische Arbeit ist also gleich dem gefundenen Gewichte P multiplicirt mit der Geschwindigkeit, welche der Aufhängepunkt besitzen würde, wenn der Zaum an der Drehbewegung theilnähme.

Vorausgesetzt ist hierbei, dass der Schwerpunkt des unbelasteten Zaumes in der Verticalen des Drehpunktes liegt. Wäre dies nicht der Fall, läge der Schwerpunkt z. B. links von der Drehaxe, so würde in der Gleichung $A = P . V$ statt des Gewichtes P ein entsprechend grösseres Gewicht in Rechnung zu bringen sein.

Wenn z. B. die Umlaufszahl $n = 75$ Umdrehungen pro Minute wäre und das an dem Hebelarme $l = 2{,}5$ M. wirkende Gewicht $P = 100$ Kilogr. gefunden wäre, so ergäbe sich zunächst für die Geschwindigkeit V der Werth:

$$V = 2 l \pi \frac{n}{60} = 2 . 2{,}5 . 3{,}14 . \frac{75}{60} = 19{,}635 \text{ M.}$$

und für die pro Secunde übertragene mechanische Arbeit nach der Gleichung $A = P . V$ die Grösse:

$A = 100 . 19{,}635 = 1963{,}5$ Mkg. $= 26{,}19$ Pferdekräfte.

Aendert man Reibung und Belastung in der Weise ab, dass

die Welle diejenige Zahl von Umläufen macht, welche sie beim Betrieb einer bestimmten Maschine hat oder haben soll, oder wie man sich ausdrückt, dass sie ihren normalen Gang hat, so erfährt man auf die oben angegebene Weise, wie viel mechanische Arbeit bei dieser Verwendungsart vom Rade geleistet wird und diese Leistung heisst die nützliche Arbeit oder der Nutzeffect. Der Nutzeffect ist immer kleiner als die theoretische Leistungsfähigkeit der Kraft, d. h. als diejenige, welche z. B. einem fliessenden Wasser bei bestimmter Menge und Geschwindigkeit oder einer gewissen in der Stunde erzeugten Dampfmenge nach den Gesetzen der Mechanik in Wirklichkeit innewohnt und welche ungeschmälert nutzbar gemacht werden könnte, wenn es nicht zur Uebertragung derselben auf die eigentliche Maschine einer Zwischenmaschine, gewöhnlich eines Rades, bedürfte; denn an dieser Stelle entsteht stets dadurch ein grösserer oder kleinerer Verlust, so dass ein Theil der mechanischen Kraft, die sogenannte verlorene Kraft, garnicht zur Wirkung kommt und ein anderer Theil durch die Reibungswiderstände aufgezehrt wird.

Das Umlegen eines gespannten Bandes — **Bremsband** — um eine Triebwelle oder eine auf derselben befestigte Scheibe erzeugt einen Reibungswiderstand, welcher die Drehbewegung derselben in ähnlicher Weise verzögert, wie das Anlegen des obigen Prony'schen Zaumes. Um die erforderliche Spannung hervorzubringen, befestigt man das eine Ende des Bremsbandes an einem festen Punkte und belastet das andere Ende mit Gewichten so lange, bis durch die erzeugte Reibung die normale Drehgeschwindigkeit der Triebwelle wieder hergestellt ist.

---

2. Methoden und Versuche zur Untersuchung der Reibungswiderstände mit und ohne Schmiermittel.

Leonardo da Vinci hat nach Grothe nicht nur über gleitende sondern auch drehende Reibung Versuche angestellt, für beide Fälle Skizzen angegeben und die Resultate in folgenden Sätzen zusammengefasst:

„1. Die Reibungen der Körper sind von so verschiedener Gewalt, als es Variationen der Schlüpfrigkeit der Körper giebt, welche sich reiben können. Die Körper, welche auf ihrer Oberfläche mehr geglättet sind, haben eine geringere Reibung etc.

2. Jeder Körper widersteht bei der Reibung mit einem Viertheil seiner Schwere, vorausgesetzt eine glatte Ebene mit polirter Oberfläche.“

Guillaume Amontons, geb. 1663 und gest. 1705 zu Paris, war der zweite, welcher — 1699 — Versuche über die Reibungswiderstände anstellte und als sorgfältiger Beobachter gelangte er zu folgenden Resultaten:

1. Der Reibungswiderstand ist proportional der Pressung und unabhängig von der Grösse der Berührungsfläche.

2. Dieser Widerstand ist für alle Körper, womit Versuche angestellt wurden, beinahe gleich gross und ungefähr $^1/_3$ der Pressung.

3. Bei bewegten Körpern steht dieser Widerstand im zusammengesetzten Verhältnisse der Pressung, der Zeit und Geschwindigkeit.

Während Amontons zu seinen Versuchen eine horizontale Ebene benutzte, lehrte Antoine Parent um dieselbe Zeit eine verstellbare schiefe Ebene zu gebrauchen, der man eine solche Neigung gegen den Horizont geben kann, dass ein darauf gelegter Körper bloss durch die Reibung eben am Herabgleiten verhindert wird.

Gottfried Wilh. Leibniz, geb. 1646 zu Leipzig, gest. 1716 zu Hannover, erklärte 1710 die Entstehung der Reibung aus dem Ineinandergreifen der Erhöhungen und Vertiefungen der Berührungsflächen, welche bei der Bewegung entweder angebrochen, gebogen oder aus einander gehoben werden müssen; im übrigen stimmte er den Hypothesen und Versuchsresultaten Amontons bei und er sprach zuerst ganz bestimmt aus, dass die Grösse der Reibung nicht für alle Körper gleich gross, der Reibungscoëfficient daher nicht überall $^1/_3$ sein könne.

Die ersten Versuche, welche die drehende oder Zapfenreibung betrafen, sind von dem holländischen Physiker und Arzte Pieter van Musschenbroek — geb. 1692 und gest.

1769 zu Leyden — angestellt und benutzte derselbe zu seinen Versuchen hauptsächlich einen Apparat, welchen er **Tribometer** — τρίβω, ich reibe — nannte. Das Tribometer bestand aus einer cylindrischen Welle, die auf dem ihr genau concentrischen Zapfen ruhte. Musschenbroek fand nun, dass, wenn man auch sehr grosse Gewichte $P = P$ anhängt, die sich vermittelst eines über die Welle laufenden Seiles das Gleichgewicht halten, das kleinste aller dem einen Gewichte hinzugefügte Uebergewicht hinreichen sollte, um eine Bewegung hervorzubringen; aber die Reibung erfordert schon ein erhebliches Uebergewicht um überwunden zu werden. Bei dem Tribometer kommt also das Moment der Reibung in Betracht und wenn das Uebergewicht $= Q$ an der Welle vom Halbmesser R wirkt, statt dass die Reibung am Umfange des Zapfens vom Halbmesser $= r$ stattfindet, so ist das Maass der Reibung $= \frac{Q \,.\, R}{r}$ oder wenn die Belastung $= 2P + Q$ war (das Gewicht der Welle mit eingerechnet), so ist der Reibungscoëfficient $f = \frac{Q}{27 + 9} \cdot \frac{R}{r}$.

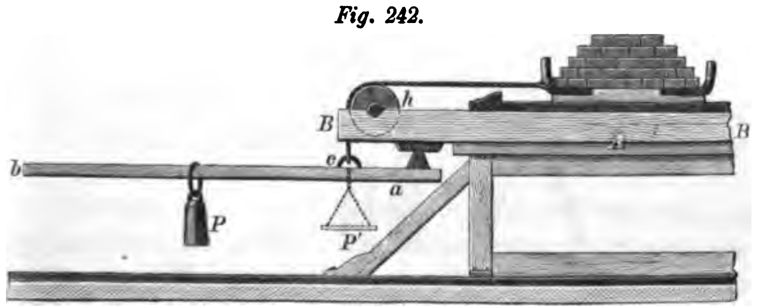
Dieser Reibungsmesser bestimmt also, wenn man die Reibung und Steifheit des über die Walze gehenden Seiles nicht beachtet, geradezu die Grösse der Reibung und Musschenbroek wandte ihn an, um bei Zapfen aus verschiedenen Materialien und Zapfenlagern von verschiedener Art die Grösse der Reibung zu bestimmen und fand, dass eine stählerne Axe weniger Reibung auf Messing als auf Kupfer litt und ungefähr war für eine stählerne, nicht mit Oel bestrichene Axe der Reibungscoëfficient $= 1/6 - 1/7$ auf einer Unterlage von Messing oder von Blei, $3/14 - 1/6$ auf Kupfer, etwa $3/10 - 1/4$ auf Stahl, $5/12 - 1/4$ auf Guajakholz; beim Bestreichen mit Oel ward die Reibung der stählernen Axe auf Messing $1/7 - 1/8$, auf Stahl $1/6 - 1/4$, auf Zinn nahe $1/4$ gefunden.

1758 unterschied schon der durch seine mathematischen Theorien rotirender Körper bekannte Göttinger Professor Segner — Segner's Wasserrad — ganz bestimmt die „Reibung der Ruhe“ von der „Reibung der Bewegung“.

Ungefähr gleichzeitig beschäftigten sich noch C. G. Schober, Leonhard Euler, der Schotte Ferguson und der Engländer Vince mit Reibungsversuchen und gaben Reibungscoëfficienten an; die Resultate waren aber so widersprechend, dass bei der Wichtigkeit des Gegenstandes sich die Pariser Academie der Wissenschaften 1779 veranlasst sah, einen Preis von 1000 Livres für die beste Arbeit über die Widerstände in den Maschinen auszusetzen, mit der Bedingung:

„Die Gesetze der Reibung und der von der Steifigkeit der Seile herrührenden Widerstände durch neue und im Grossen angestellte Versuche zu bestimmen; auch zu berücksichtigen, dass die Versuche anwendbar seien auf die in der Marine gebräuchlichen Maschinen, als: die Rolle, die Schiffswinde und die geneigte Ebene.“

Fig. 242.



Coulomb's Reibungsmesser.

A, *B* Tische. *P* Gewichte. *P'* Wagschale. *a*, *b* Hebel. *h* Rolle.

Die Lieferungszeit wurde unter Aussetzung des doppelten Preises bis 1781 verlängert und gewann diesen Preis der Physiker und Ingenieurofficier Charles Augustin Coulomb, geb. 1736 zu Angulême, gest. 1806 zu Paris.

Coulomb hat eine umfassende Reihe von Versuchen angestellt — „Théorie des machines simples“ — und benutzte dazu eine Art Schlitten, wie derselbe in Fig. 242 dargestellt ist.

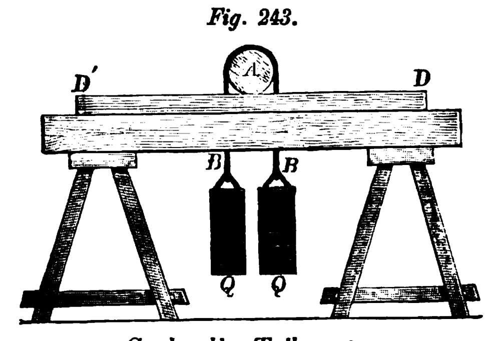
Der Apparat bestand aus einem stark gebauten Tische *A B*, auf welchen der eine von den sich reibenden Körpern befestigt war, während der andere die Läufer oder Kufen eines Schlittens bildete, der beliebig belastet werden konnte. Um die

Bewegung des Schlittens zu veranlassen, war eine Schnur entsprechend an letzterem befestigt, über eine feste Welle *h* geführt und am freien Ende mit einem Hebel *a b* in Verbindung gebracht, der mit verschiebbaren Gewichte *P* versehen war.

Während sich soweit der Apparat zu Versuchen über ruhende Reibung (für den Abgang der Bewegung) eignete, hatte man zur Beobachtung der Reibung während der Bewegung statt des Hebels *a b* direct eine Wagschale *P'* angeordnet, welche zur Aufnahme der bewegenden Gewichte diente und die in eine geeignete Vertiefung vertical abwärts hinabsinken konnte.

Die Reibung an der Leitrolle *h* liess Coulomb ausser Acht, indem er gefunden haben wollte, dass sie kaum den $^1/_{150}$ Theil von der Reibung des Schlittens betrage.

Fig. 243.



Coulomb's Tribometer.

A Walze. *B* Seil. *D* Hölzer. *Q* Gewichte.

Auch über rollende oder wälzende Reibung hat Coulomb Versuche angestellt und benutzte dazu einen in Fig. 243 abgebildeten Apparat. Derselbe bestand aus zwei horizontal auf festem Gestell parallel neben einander befestigten Unterlagen *D D'* aus Eichenholz, auf welchen Walzen *A* aus Guajakholz oder Ulmenholz laufen konnten. Der Abstand — normal zur Bildfläche von Fig. 243 — der Hölzer *D D* und ihrer Unterlagen war so gross, dass dünne Seile *B B*, an deren Enden zwei gleiche Gewichte *Q* aufgehangen waren, sich frei vertical auf- und abwärts bewegen konnten, so bald man das eine oder das andere dieser Gewichte durch Zulagen etwas vermehrte.

Coulomb gelangte bei seinen Versuchen fast zu den Gesetzen, welche im ersten Abschnitte erörtert sind und daher hier nicht wiederholt werden sollen. Er fand bei seinen Versuchen folgende Coëfficienten.

Coulomb's Reibungscoëfficienten.

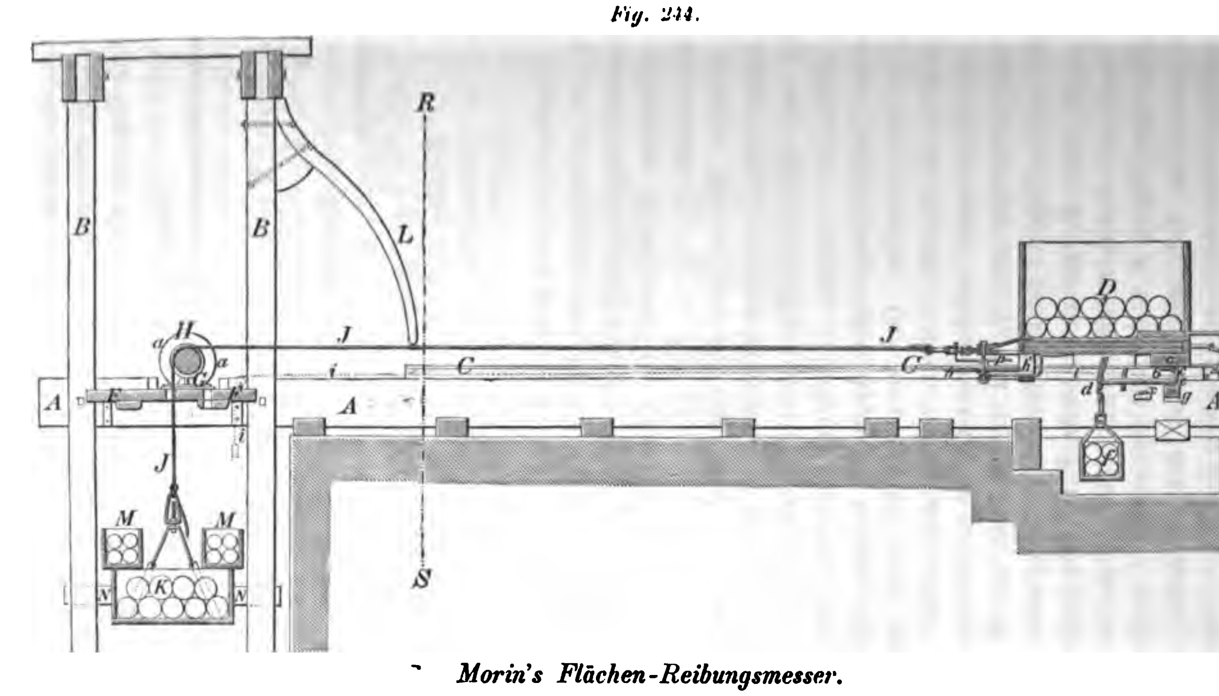
	Ruhe	Bewegung
Eichenholz auf Eichenholz	0,43	0,105
„ „ „ mit Seife bestrichen	—	0,037
„ „ Tannenholz	0,66	—
Tannenholz „ „	0,56	—
Eisen auf Eisen	0,285	—
„ „ „ mit Seife bestrichen . .	0,10	—
„ „ Messing	0,26	—
„ „ Eichenholz	—	0,08
„ „ Kupfer	—	0,15

Vierzig Jahre sind trotz der Fortschritte der Mechanik und trotz des Bekanntseins der Fehler die Coulomb'schen Reibungscoëfficienten in Anwendung gewesen und erst am Anfange der dreissiger Jahre durch die Morin'schen Reibungscoëfficienten ersetzt.

Arthur Morin, geb. 1795 und gest. 1880 zu Paris, hat im Jahre 1830 als Artilleriehauptmann in Metz in grossem Umfange und mit grosser Genauigkeit Versuche über gleitende und drehende — Zapfen- — Reibung angestellt, und dazu mit grösster Sorgfalt dargestellte Apparate benutzt, welche sich noch in Metz befinden. Der hauptsächlich dabei angewandte Apparat ist in Fig. 244 — Seite 902 — abgebildet.

A A sind zwei Balken aus kräftigem Eichenholze von 0,30 M. im Gevierte und 7,90 M. Länge, die 0,80 M. von einander entfernt lagen. Beide Balken ruhen auf sieben eichenen Querschwellen, die auf den ebenen Fussboden gestreckt und mit ersterem verankert sind. Auf den oberen horizontalen Flächen der Balken *A A* sind die Schienen *C C* befestigt, worauf man die zu untersuchenden — sich reibenden — Körper unmittelbar fortgleiten liess. Der zum Fortlaufe — zum Gleiten — bestimmte mit Kanonenkugeln belastete Schlitten *D* besteht aus einem rostförmigen Rahmwerk, unter welchem Leisten oder

Fig. 244.



Morin's Flächen-Reibungsmesser.

A Balken. *B* Pfosten. *C* Schiene. *D* Schlitten. *G* Gerüste. *H* Rolle. *J* Zugseil. *K* Kasten. *M* kleiner Kasten. *N* Riegelhölzer. *a* Holzknagge. *b* Ansatz. *c*, *d*, *e* Hebel. *f* Kasten. *g* Flügel. *h* Schnurseil. *i* Schnur. *p* Querholz.

Schienen derjenigen Substanzen befestigt sind, deren Reibung untersucht werden soll.

Zwischen vier senkrechten Pfosten *B B* war ein Eichenholzboden eingesetzt, in dessen Mitte eine Oeffnung angebracht und zwei gusseiserne Gerüste *G G* aufgestellt sind, welche die Lager zur Aufnahme der eisernen Axe einer aus Eichenholz gefertigten Rolle *H* enthalten, die auch in der nachfolgenden Figur 245 erkennbar sind, welche in grösserem Maassstabe gezeichnet ist. — Ueber die Rolle *H* läuft ein Seil *J*, mit einem Ende am Schlitten *D* befestigt, am anderen Ende einen Kasten *K* tragend, in dem sich die bewegenden Gewichte befinden.

Auf den niedersteigenden Kasten *K* wurden zwei kleine Kasten *M M* gesetzt, deren Länge so gross war, dass sie beim Herabsinken auf den an den Pfosten *B B* seitwärts befestigten Riegelhölzern *N N* stehen bleiben konnten, während der Kasten *K* zwischen durch gehen konnte. — Später änderte Morin diese Anordnung noch in folgender Weise ab. Er befestigte unter dem Schlitten *D*, an dessen Rückseite, eine Holzknagge *a* in der Richtung der Mittellinie der Bank und schraubte an diese Knagge einen eisernen Ansatz *b* fest. Ein Querholz *p* zwischen den Balken *A A* in der Nähe ihrer hinteren Enden fest eingestemmt, trägt zwei eiserne Zapfenlager, in welchen die Axe des rechtwinklig gebogenen Hebels *c d e* ruht. Der verticale Schenkel *c e*, welcher oberhalb durch einen Evolventenbogen begrenzt ist, drückt gegen den Ansatz *b*, während der andere horizontale Schenkel zwei aus *e* beschriebene Kreisbogen trägt, an deren einem oder anderem ein kleiner mit Gewichten beschwerter Kasten *f* vermittelst Gurte aufgehängt ist. Auf diese Weise konnte man mit geringer Belastung des kleinen Kastens *f* einen grossen Druck gegen den Schlitten hervorbringen.

Die Spannungen des Zugseiles *J* wurden durch ein Dynamometer gemessen, welches aus zwei nach Parabeln (schwach) gekrümmten Stahlstäben besteht und wovon das eine Stahlblatt mit dem Zugseile *J*, das andere mit dem Schlitten *D* verbunden war. Zum Registriren der Formänderung der Stahlplatten beim jedesmaligen Versuche war mit der Stahlplatte am Zugseile *J* ein Schreibstift verbunden, welcher Notirungen auf der Papier-

scheibe *p* machte, während diese durch eine auf ihre Axe gesteckte Schnurscheibe *h* in Umdrehung gesetzt wurde. Zu letzterem Zwecke ist die biegsame Schnur *i* in geeigneter Weise um die Scheibe *h* gelegt, während man sie mit dem hinteren Ende am unbeweglichen Unterlagsbalken befestigte, am anderen freien — linken — Ende aber über eine auf dem

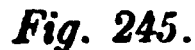
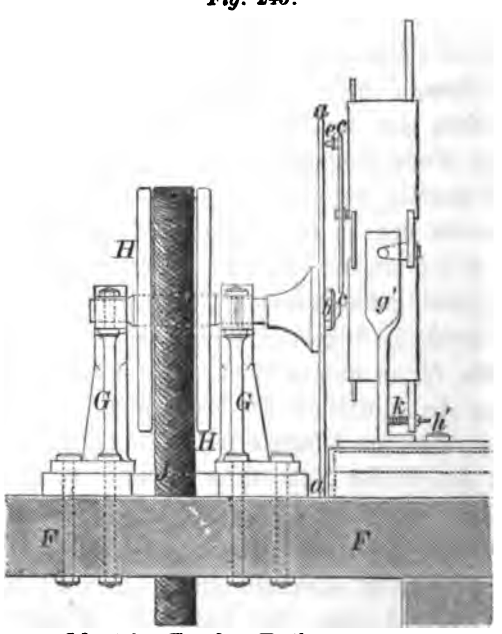


Fig. 245.



Morin's Zapfen-Reibungsmesser.

F Boden. *G* Gerüst. *H* Seilrolle. *J* Seil. *a* Papierscheibe. *b* Ansatz. *c* kleines Schwungrad. *e* Schreibstift. *g* Flügel. *h'* Schraube. *k* Feder.

Boden *FF* — Fig. 245 — angebrachte feste Rolle gehen liess und schliesslich das freie Ende mit einem kleinen Spanngewichte beschwerte.

Ein anderer wichtiger Gegenstand war die Ermittlung des Gesetzes, nach welchem sich der Schlitten *D* bewegt, wozu Morin nach Poncelet das Mittel wählte, eine bekannte gleichförmige Bewegung mit derjenigen ungleichförmigen Bewegung zu verbinden, deren Gesetz ermittelt werden soll. Morin verband demgemäss die Bewegung der Seilrolle *H* des Zugseiles *J*

mit einem Uhrwerk — Fig. 245 —, welches auf dem Eichenholzboden *F* befestigt, durch eine gespannte Feder *k* bewegt und durch einen mit Flügel *g'* versehenen Windfang regulirt wird. Dieses Uhrwerk setzt ein kleines Schwungrad *o* in Umdrehung, auf dessen Ebene rechtwinklig ein Schreibstift *e* befestigt ist, der wieder Markirungen auf einer verticalen Papierscheibe *a a* macht, welche man auf der Axe der Seilrolle *H* festgekeilt hat.

Die von dem Stifte *e* auf der Papierscheibe *a a* dargestellte Curve ist entweder ein Kreis oder eine Art von Epicyloide, je nachdem sich die Scheibe *a* in Ruhe oder in Bewegung befindet und welche letztere Curve dann das Bewegungsgesetz repräsentirt.

Die grössten und kleinsten von Morin aus den Versuchen berechneten Reibungscoëfficienten für Ruhe — am Anfang einer Bewegung —, sowie Bewegung selbst — Fortsetzung einer Bewegung — sind für die hauptsächlich verwendeten Materialien folgende:

Morin's Reibungscoëfficienten für gleitende Reibung.

Reibende Körper	Zustand der Oberfläche	Bewegung	Ruhe
Grösste Coëfficienten:			
Rindsleder auf Eichenholz .	mit Wasser	0,290	0,793
Rindsleder auf Eichenholz .	trocken	0,478	0,604
Rindsleder auf Gusseisen . .	mit Wasser	0,365	0,621
Kalkstein auf Kalkstein . .	trocken	0,647	0,748
Ziegelstein auf Kalkstein . .	„	0,645	0,665
Kleinste Coëfficienten:			
Guajakholz auf Bronze . . .	Oel	0,053	—
Guajakholz auf Bronze . . .	Talg	0,082	—
Bronze auf Schmiedeeisen .	Oel	0,077	0,174
Ulmenholz auf Eichenholz .	Schweinefett	0,056	0,277
Kupfer auf Eichenholz . . .	Talg	0,069	0,095
Weissbuche auf Ulmenholz .	„	0,079	0,131
Gusseisen auf Gusseisen . .	Schweinefett	0,007	—
Gusseisen auf Schmiedeeisen.	Talg	0,098	0,100
Gusseisen auf Schmiedeeisen.	Schweinefett	0,058	0,100

Reibende Körper	Lage der Faser	Zustand der Oberfläche	Bewegung	Ruhe
Gusseisen auf Gusseisen oder Bronze	—	wenig fettig*	0,15	0,16
	—	geschmiert	—	—
	—	mit Wasser	0,31	—
Stahl auf Gusseisen	—	trocken	—	0,20
Schmiedeeisen auf Gusseisen oder Bronze	—	"	0,18	0,19
	—	wenig fettig	—	—
Schmiedeeisen auf Schmiedeeisen	—	" "	—	0,13
	—	trocken	0,44	—
Bronze auf Gusseisen . . .	—	"	0,21	—
Bronze auf Schmiedeeisen .	—	etwas fettig	0,16	—
Bronze auf Bronze	—	trocken	0,20	—
Gusseisen auf Eiche	—	"	0,49	—
	—	mit Wasser	0,22	0,65
	—	trockn. Seife	0,19	—
Schmiedeeisen auf Eiche . .	parallel	mit Wasser	0,26	0,65
	"	Talg	0,08	0,11
Messing auf Eiche	"	trocken	—	0,62
Eiche auf Eiche	"	"	0,48	0,62
	"	trockn. Seife	0,16	0,44
	gekreuzt	trocken	0,34	0,54
Eichenholz auf Langholz . .	—	"	0,38	0,53
Holz auf Eiche (Mittel) . .	parallel	"	0,38	0,53
Rindsleder auf Eiche . . .	Leder flach	"	—	0,61
	hohe Kante	"	0,33	0,43
		mit Wasser	0,29	0,79
Lederriemen a. Eichentrommel	gekreuzt	trocken	0,27	0,47
Hanfseil auf Eiche	parallel	"	0,52	0,80
Hanfseil auf Gusseisen . . .	—	Olivenöl	0,15	—
	—	Talg	0,19	—
Lederriemen auf Gusseisen .	parallel	mit Wasser	0,33	—
	flach	trocken	0,56	0,28
	"	mit Wasser	0,36	0,38
Rindsleder als Kolbenliderung	"	" "	—	0,62
	"	Oel, Seife	—	0,12

* heisst vom überschüssigen Schmiermaterial gereinigt.

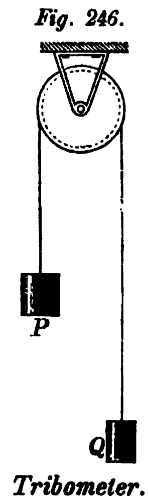
Morin's Reibungscoëfficienten für Zapfenreibung.

Reibende Körper	Zustand der Oberfläche	Reibungscoëfficient wenn die Schmiere erneuert wird: gewöhnliche Art	Reibungscoëfficient wenn die Schmiere erneuert wird: ununterbrochen
Gusseisen auf Gusseisen oder Bronze	wenig fettig*	0,14	0,054
	geschmiert	0,075	—
Schmiedeeisen auf Gusseisen oder Bronze	"	0,08	0,054
	wenig fettig	0,25	—
Schmiedeeisen a. Schmiedeeisen	geschmiert	0,075	0,054
Bronze auf Gusseisen	"	—	0,045—0,052
	"	0,09	—
Bronze auf Schmiedeeisen	etwas fettig	0,10	—
Bronze auf Bronze	" "	0,097	—
Gusseisen auf Pockholz	fettig	0,10	—
	geschmiert	0,07	0,090
Schmiedeeisen auf Pockholz	"	0,11	—
	fettig	0,19	—
Pockholz auf Pockholz	geschmiert	—	0,07

* Als Schmiermaterial diente Oel, Schweinefett oder Seife.

Zur Bestimmung der Zapfenreibung bediente sich Morin — Fig. 246 — einer ähnlichen Vorrichtung wie Coulomb — Fig. 243 — und setzt f_1 den Coëfficienten der Reibung an den Zapfen vom Halbmesser ϱ, den von der Seilsteifigkeit herrührenden Widerstand $= R$.

Fig. 246.



Tribometer. P, Q Gewichte.

Bei Zapfen aus Schmiede-, Gusseisen oder Bronze beträgt der Reibungscoëfficient nach Morin's Versuchen im Jahre 1834

bei Wasserbenetzung $f_1 = 0{,}140—0{,}160$
bei continuirl. Schmieren $f_1 = 0{,}054$
bei gewöhnl. Schmieren $f_1 = 0{,}070—0{,}080$.

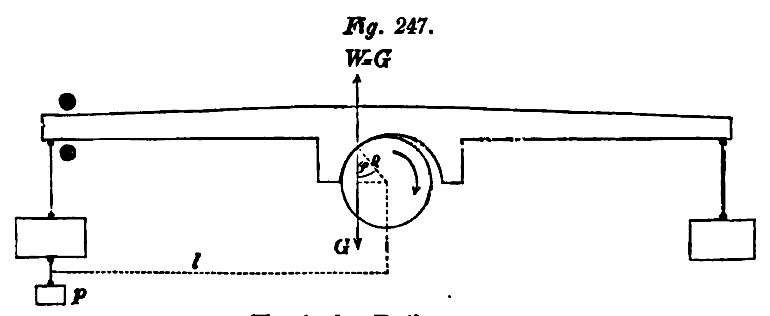
Von 1847 ab hat Morin auch noch Versuche über rollende Reibung für Räderfuhrwerke angestellt und ist zu nach stehenden Resultaten gelangt:

Morin's Reibungscoëfficienten für rollende Reibung bei Fuhrwerken.

Auf einer gepflasterten Strasse in gutem Zustande im Schritt	0,0185 = $^1/_{54}$
Auf einer gepflasterten Strasse in gutem Zustande im Trab	0,0238 = $^1/_{42}$
Auf einer mit Stein beschlagenen Strasse in bestem Zustande	0,0150 = $^1/_{66}$
Auf einer mit Stein beschlagenen Strasse in gewöhnlichem Zustande	0,0414 = $^1/_{24}$
Auf einer mit Kies und Sand beschotterten Strasse	0,0634 = $^1/_{16}$
Auf Eisenbahnen	0,0027 = $^1/_{370}$

Bei den Versuchen über die Bestimmung der Grösse des mechanischen Wärmeäquivalentes ermittelte Adolph Hirn in

Fig. 247.



Hirn'sche Reibungswage.
G Gewicht. *W* Gegendruck. *p* Uebergewicht.

der Mitte der 50er Jahre gleichzeitig die mechanische Arbeit, welche durch die Reibung der Tragzapfen einer horizontal liegenden Welle in verschiedenen Lagern laufend — unter Anwendung verschiedener Oelsorten als Schmiermittel — verzehrt wurde. Hierbei bediente er sich eines Apparates, welcher von ihm **Reibungswage** — Fig. 247 — genannt wurde.

Wenn der Gegendruck W des rotirenden Zapfens dem Totalgewichte des belasteten Wagebalkens das Gleichgewicht halten soll, so muss die Richtungslinie der Kraft G durch die Berührungsstelle der beiden Körper in der Entfernung ϱ sin φ am Mittelpunkte des Zapfenkreises vorbeigehen. Bei symmetrischer Lastvertheilung würde der Schwerpunkt des Ganzen in der Verticalen des Zapfenmittelpunktes liegen, und die algebraische Summe der statischen Momente sämmtlicher Gewichte in Bezug auf den Zapfenmittelpunkt gleich Null sein. Durch Hinzufügen eines Uebergewichtes p an der linken Seite lässt sich erreichen, dass der Schwerpunkt um die Grösse ϱ sin φ seitwärts rückt. Das statische Moment der Mittelkraft G ist gleich der algebraischen Summe der statischen Momente aller einzelnen Gewichte und die letztere reducirt sich auf das statische Moment des Uebergewichtes p. Es ergiebt sich also nach Fig. 247 die Gleichung $-p\,l = G\varrho \sin\varphi$ oder

$$-\sin\varphi = \left(\frac{p}{G}\right)\left(\frac{l}{\varrho}\right),$$

aus welcher der Zapfenreibungscoëfficient berechnet werden kann, wenn die Gewichte p und G durch directe Beobachtung bestimmt sind.

Wäre z. B. $\varrho = 0{,}05$ M., $l = 1$ M. und $G = 1000$ Kil., $p = 0{,}5$ Kil. gefunden, so ergäbe sich für den Reibungscoëfficienten der Werth: $\mathrm{f} = \frac{0{,}5}{1000} \cdot \frac{1}{0{,}05} = 0{,}01$.

Die von Hirn über Zapfenreibung gewonnenen Resultate, welche auch auf das Probiren verschiedener Oelsorten hinausliefen, stiessen fast ohne Ausnahme alle Gesetze um, welche bisher über die Reibung aufgestellt wurden; nur eins dieser Gesetze liess er theilweise bestehen, dass die Reibung von der Geschwindigkeit unabhängig ist, wenn die sich reibenden Flächen trocken — also ohne Oel und Schmiere — aufeinander laufen, dass dagegen die Reibung der Geschwindigkeit proportional ist, wenn ein gutes Schmiermittel angewandt und continuirlich geschmiert wird. Die Hirn'schen Arbeiten über Zapfenreibung haben keine Anerkennung gefunden, sondern sind im Gegentheil noch scharf angegriffen worden. In neuerer Zeit sind auch

ganz bedeutende Zweifel an der Giltigkeit der von Morin aufgestellten Reibungscoëfficienten laut geworden. Verschiedene Versuche, welche zur Feststellung der Reibungswiderstände der Eisenbahnfahrzeuge ermittelt wurden, haben ergeben, dass der Reibungswiderstand ungeschmierter Flächen bei zunehmender Geschwindigkeit kleiner wird. Auf der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn wurde der Reibungscoëfficient von gebremsten Wagenrädern ermittelt und gefunden, dass derselbe

bei einer Geschwindigkeit von 14—20 Kilom. pro Stunde 0,208;
„ „ „ „ 45—60 „ nur 0,144 beträgt.

Diese Resultate stimmen auch mit den Versuchen von **Galton-Westinghouse** über die Reibung an gebremsten Rädern auf den Schienen und von gusseisernen Bremsbacken auf Stahlbandagen überein. Der Reibungscoëfficient betrug bei dem letzteren Versuche:

bei einer Geschwindigkeit von 10 engl. Meil. = 15 Kilom. 0,320
„ „ „ „ 55 „ „ = 15 „ 0,100

In der Wirthschaftsrechnung des Eisenbahnbetriebes und anderer industrieller Betriebe repräsentiren die Kosten für Schmierung der Fahrbetriebsmittel und sonstigen Maschinen bekanntlich verhältnissmässig sehr bedeutende Summen und so sind in letzter Zeit die Ingenieure fast aller Culturländer damit beschäftigt, einen Stein der Weisen zu finden, d. h. einen Apparat zu construiren, durch welchen sich am leichtesten der Reibungscoëfficient finden lässt, der aber auch gleichzeitig zur Untersuchung der Schmierfähigkeit von Schmiermitteln dienen kann.

Zu den ältesten vollkommen eingerichteten Maschinen dieser Art gehören die Oelprobirmaschinen von Mac Naught in Glasgow und M. Hogson. Letztere gründet sich auf das gleiche Princip, die beiden Maschinen sind nur in ihrer Grösse und Ausführung hinsichtlich der Messung der Grösse der Reibung verschieden; und findet die Untersuchung der Oele wie folgt statt:

Das zu prüfende Oel wird zwischen zwei horizontal angeordnete Scheiben gebracht, von welchen die untere fest auf

einer verticalen Welle aufsitzt und mit derselben in Rotation versetzt wird, während die obere lose ist und nur durch die zwischen den beiden Scheiben entstehende Reibung mitgenommen wird. Die obere Scheibe wird durch eine besondere Vorrichtung in ihrer Bewegung gehemmt und der Widerstand, den sie dieser Hemmung entgegen setzt, ist gleich der Reibung zwischen den beiden Scheiben. Bei der Maschine von Mac Naught wird die Reibung in der Weise gemessen, dass man den Widerstand auf einen Winkelhebel wirken lässt und ein an dessen anderen Schenkel verstellbar angebrachtes Gewicht so lange verschiebt, bis der Hebelarm horizontal einspielt. Bei der Maschine von Hogson wird der Widerstand der Scheibe durch eine Federwage im Gleichgewichte gehalten und durch deren Anstrengung die Reibung gemessen. Bei der letzteren Maschine ist überdies die Einrichtung getroffen, dass der Druck, welchen das zwischen den beiden Scheiben befindliche Schmieröl ausgesetzt ist, bis zu gewissen Grenzen beliebig gesteigert und dass ferner die Rotationsgeschwindigkeit beliebig geändert werden kann.

Woodbury's Apparat zur Prüfung der Schmieröle stimmt der Hauptsache nach auch mit den von Mac Naught überein.

Eine sehr weite Verbreitung hatte die Oelprobirmaschine von Ingham & Stapher sowohl in Amerika als Europa gefunden und sind nach deren Princip ebenfalls andere Maschinen gebaut.

Die Maschine besteht aus einer horizontalen Welle, deren Endzapfen in den verticalen Ständern eines gusseisernen Gestelles gelagert sind. In der Mitte der Welle ist ein Lagerhals eingedreht, welcher von stellbaren Lagern umgeben ist. Die letzteren werden durch Gewichtshebel belastet und es kann diese Belastung innerhalb gewisser Grenzen durch Verschieben der Gewichte beliebig gewählt werden.

Zur Beobachtung der Temperatur ist in die obere Lagerschale ein Thermometer eingelassen. Neben dem Probelager ist auf die Welle eine Riemenscheibe aufgekeilt, durch welche dieselbe in Rotation versetzt wird. Die Anzahl der Umdrehungen wird auf einem an dem einen Wellenrade angebrachten Rota-

tionszähler abgelesen. Das zu prüfende Oel wird in einen an der oberen Lagerschale angebrachten Oelbehälter gebracht, von wo es den Gleitflächen des Probelagers zufliesst.

Waltjen in Bremen construirte im Jahre 1861 eine Reibungswage, die im Princip sich auf das des Prony'schen Zaumes gründete und im Allgemeinen sehr brauchbare Resultate lieferte; ein Lauf- oder Schiebgewicht diente zur Ermittlung der Reibungswiderstände, an Stelle der Gewichte auf einer Wagschale. Die von Waltjen angestellten Versuche ergaben, dass sich die Reibung bei einem und demselben Schmieröle und unter sonst gleichen Umständen mit der Ge-

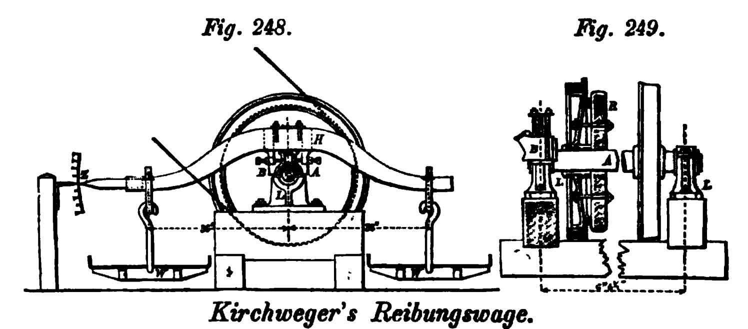


Fig. 248. *Fig. 249.*

Kirchweger's Reibungswage.

A Achse. *B* Büchse. *H* Hebel. *L* Lager. *R* Riemenscheibe. *W* Wagschalen.

schwindigkeit der sich reibenden Flächen bedeutend ändert und zwar giebt es für eine gewisse Geschwindigkeit ein Minimum des Reibungswiderstandes und ebenso bei zunehmender sowohl als bei abnehmender Geschwindigkeit eine Reibungszunahme. Die Geschwindigkeit, welche ein Reibungsminimum giebt, ist mit der Oelsorte verschieden und lassen sich daher mit Hülfe der Reibungswage diejenigen Schmieröle aussuchen, welche für vorgeschriebene Zwecke die geeignetsten sind.

Auf Veranlassung der Königl. Hannov. Eisenbahn wurden im Jahre 1861 und 1862 von Kirchweger Zapfenreibungsversuche an Eisenbahnwagenachsen gemacht, welche Aufsehen und Vertrauen erregten. Kirchweger benutzte den von ihm angegebenen und in den Figuren 248 und 249 abgebildeten Versuchsapparat.

Eine gewöhnliche Eisenbahnwagenaxe *A* ruht in zwei Lagern *L L*, welche mit einer aus Schwellen hergestellten Unterlage verbunden sind. Das eine der beiden Lager *L* ist durch einen Deckel nicht geschlossen, sondern es liegt auf der oberen Hälfte des Axenschenkels eine gewöhnliche für Eisenbahnfahrzeuge gebräuchliche Axbüchse *B*. Auf dieser Axbüchse ist ein Hebel *H* angebracht, welcher an den Enden Wagschalen *W W* trägt, die zur Aufnahme von Belastungsgewichten dienen. Durch eine auf der Axe angebrachte Riemscheibe *R* wird die Axe in Umdrehung gesetzt. An den Enden des Hebels *H* sind ausserdem noch Gewichte angebracht — in der Abbildung nicht angegeben —, durch welche die Lage des Schwerpunktes so bestimmt wurde, dass derselbe etwas unter dem Drehpunkte des Hebels liegt.

Die sämmtlichen Versuche sind nun in der Weise ausgeführt, dass für jeden einzelnen Versuch die Axe nach beiden Richtungen umlief und von den beiden sich ergebenden Uebergewichten zur Bestimmung des Reibungscoëfficienten das arithmetische Mittel genommen wurde.

Kirchweger kam dabei zu folgenden Schlüssen:

1. Für die bei den Eisenbahnfuhrwerken vorkommenden Belastungen — bis zu 1421 Pfund pro Quadratzoll — hat die grössere oder kleinere Tragfläche der Axenschenkel keinen Einfluss auf die Grösse der Reibung.

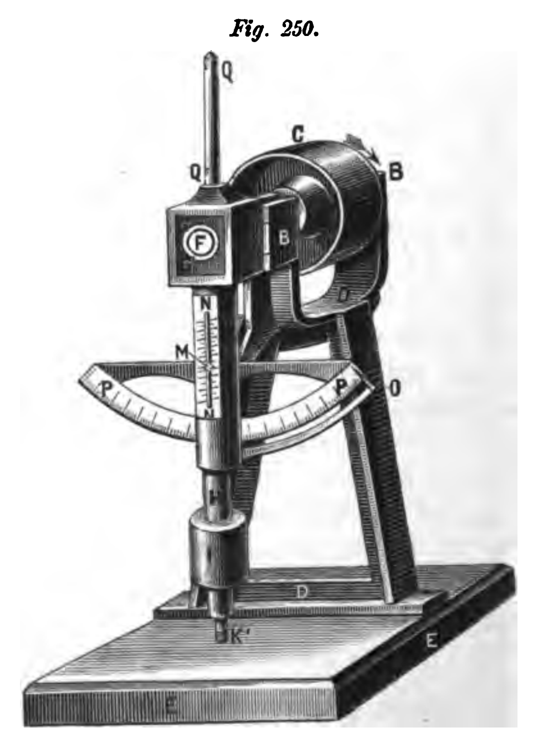
2. Bei 360 Umdrehungen pro Minute, was einer Geschwindigkeit von $7\frac{1}{2}$ Minute pro deutsche Meile oder $\frac{7560}{7,5 \,.\, 60} =$ $16\frac{2}{3}$ Meter pro Secunde entspricht, ist die Reibung unabhängig von der Geschwindigkeit.

3. Für Talg und Palmölschmiere ist bei kleineren Belastungen der Reibungscoëfficient grösser als für flüssige Schmiere. Bei grösseren Belastungen dagegen, wo eine Erwärmung des Schenkels eintritt, nimmt der Reibungscoëfficient wieder ab,

Die Oelprüfungsmaschine von Prof. **Thurston** in Hoboken (New-York) — Fig. 250, 251 — beruht auf einer Pendeleinrichtung und besteht aus einer Welle *A*, welche in einem Wellen-

lager B des gusseisernen gabelförmig gestalteten Ständer D gelagert und vermittelst Riemenscheibe C angetrieben wird. Das überhängende Ende der Welle bildet den Probezapfen F, welcher bei der in grösserem Maassstabe ausgeführten Maschine die Dimensionen des Axschenkels einer Eisenbahnwagenaxe hat. Auf diesem Probezapfen ist ein Pendel gelagert, welches

Fig. 250.



Thurston's Oelprüfungsmaschine (Vorderansicht).

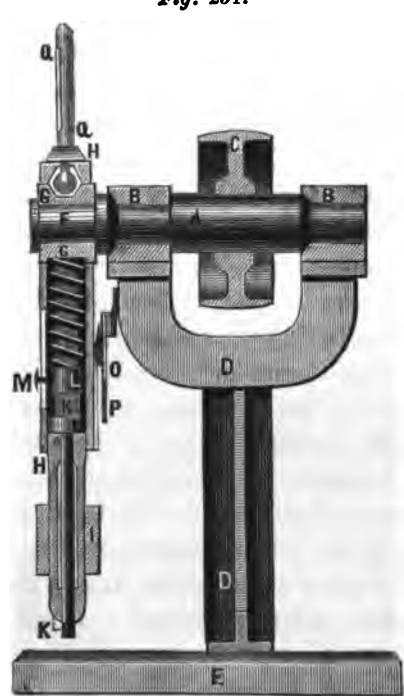
A Welle. *B* Wellenlager. *C* Riemenscheibe. *D* Gestell. *E* Fussbrett. *K'* Stellschraube. *L* Scheibe. *M* Keil. *N* Index für die

an seinem unteren Ende mit einem Gewichte J beschwert ist. Wird die Welle in rotirende Bewegung gesetzt, so kommt die zwischen dem Probezapfen F und dem Zapfenlager G entstehende Reibung zur Geltung und diese hat die Tendenz, das Pendel aus seiner verticalen Lage nach der Rotationsrichtung hinzubewegen. Je grösser die Reibung zwischen Probezapfen und Lagerschale ist, um so grösser wird der Ausschlagwinkel des Pen-

dels und es wird umgekehrt aus dem Ausschlagwinkel des Pendels auf die Grösse der Reibung geschlossen werden können; die Grösse des Auschlagwinkels kann an dem Gradbogen *P* abgelesen werden. Um den auf dem Probezapfen lastenden Druck beliebig ändern zu können, hat das Pendel die folgende Einrichtung:

In den Kopf des Lagerkörpers ist ein schmiedeeisernes Rohr

Fig. 251.



Thurston's Oelprüfungsmaschine (Seitenansicht).

F Probezapfen. *G* Zapfenlager. *H* Rohr. *J* Pendelgewicht. *K* Stange. Spiralfeder. *O* Anschläger. *P* Gradbogen. *Q* Thermometer.

eingeschraubt und in demselben unterhalb der Lagerschale ein loses Stück angebracht. In das untere Ende des Rohres ist gleichfalls ein Stück *H* eingeschraubt, durch dessen Bohrung eine Stange *K* geht, welche sich mit dem oberen Ende an das Unterlager stützt und unterhalb des oberen Endes ein Scheibchen trägt; zwischen diesem Scheibchen *L* und dem Schraubstück ist eine Spiralfeder eingeschaltet, welche durch die Drehung der

Stange K mittelst eines Schraubenschlüssels resp. Stellschraube K' angezogen oder nachgelassen werden kann. Durch Anziehen oder Nachlassen dieser Spiralfeder wird innerhalb gewisser Grenzen jeder beliebige Druck auf das Unterlager und mittelbar auch auf das Oberlager ausgeübt, da das Rohr mit dem Kopfe des Lagerkörpers fest verbunden ist, während sich das angebracht Stück lose in demselben bewegt. Unterhalb des Lagerkörpers befindet sich in dem Rohre eine Schraubenmutter, unterhalb welcher durch das Stück und einen Schlitz des Rohres der Keil M geht. Beim Nachlassen der Schraubenmutter stützt sich dieselbe auf den Keil, wodurch die Spiralfeder zusammengedrückt und hierdurch der Druck der Lagerschale auf den Probezapfen nach Wunsch gemildert oder ganz aufgehoben werden kann. An dem Rohre ist eine Scala N angebracht, an welcher der durch die Spiralfeder auf den Probezapfen ausgeübte Druck abgelesen werden kann. Das zu prüfende Schmieröl wird in zwei an dem oberen Lagerkörper angebrachte Oelgefässe gefüllt und von diesen dem Probezapfen zugeführt.

Beim Gebrauche der Maschine wird das Pendel zuerst abgehoben, für die verlangte Pressung eingestellt und die Maschine für die verlangte Geschwindigkeit hergerichtet. Das Pendel wird dann vorsichtig auf den Probezapfen aufgeschoben und der letztere geölt. Die Beobachtungen beginnen erst dann, wenn sich das Oel nach wiederholtem kurzen Laufenlassen der Maschine über den ganzen Axschenkel ausgebreitet hat. In Intervallen von ein bis zwei Minuten wird sodann die durch das Pendel angezeigte Ablesung sowie die Temperatur notirt und die Beobachtungen so lange fortgesetzt, bis die Ablesungen auf dem Gradbogen P sowie an dem Thermometer Q keine Differenzen mehr zeigen.

Soll die Probe bei einer anderen Pressung oder mit einem anderen Schmieröle vorgenommen werden, so wird das Pendel abgehoben, Probezapfen und Lager gereinigt, die Spiralfeder auf den gewünschten Druck gespannt und dann wie früher verfahren. Soll das zu prüfende Oel bei einer höheren Temperatur zur Verwendung gelangen, so wird das Probelager vermittelst einer Bunsen'schen Lampe auf die verlangte Temperatur erwärmt.

Die Wirkungsweise der Maschine ergiebt sich aus den Beziehungen zwischen dem Gewichte und den Dimensionen des Pendels zu den Dimensionen des Probezapfens und der durch die Spiralfeder auf den letzteren ausgeübten Pressung. Es sei

R die Entfernung des Schwerpunktes vom Drehungspunkte des Pendels.
F das auf den Schwerpunkt reducirte Gewicht des Pendels.
l die Länge des Probezapfens.
r der Radius des Probezapfens.
w das Gewicht des Pendels.
P die auf den Probezapfen ausgeübte Pressung.
p der auf den Quadratcentimeter des Längenquerschnittes ausgeübte Druck.
T die Spannung der Feder.
O der Ausschlagwinkel des Pendels.
f der Reibungscoëfficient.
Q die Reibung.

Für den Ausschlagwinkel von 90° ist

$$FR = Qr \quad \ldots\ldots \quad 1$$

für irgend einen Winkel O

$$FR \sin . O = Qr \quad \ldots\ldots \quad 2$$

und die Reibung

$$Q = FR \frac{\sin O}{r} \quad \ldots\ldots \quad 3$$

Hieraus folgt der Reibungscoëfficient

$$f = \frac{FR . \sin O}{rP} \quad \ldots\ldots \quad 4$$

Der Druck auf den Probezapfen pro Quadratcentimeter des Längenquerschnittes

$$p = \frac{P}{4\,lr} = \frac{2\,T + w}{4\,lr} \quad \ldots\ldots \quad 5$$

und die totale Pressung

$$P = 4\,p\,l\,r \quad \ldots\ldots \quad 6$$

Mit Hülfe der Gleichungen 5 und 6 wird die Eintheilung der Scala auf dem Pendel bestimmt, welche auf der rechten Seite den Druck pro Quadratcentimeter, auf der linken Seite die tolale Pressung auf den Axenschenkel anzeigt.

Wird schliesslich in der Gleichung 1 der Werth von

$$Q = f P = f(p l r)$$

substituirt, so ergiebt sich die Gleichung:

$$F R = f(4 p l r) r \quad \ldots\ldots 7$$

und der Reibungscoëfficient:

$$f = \frac{\frac{F R}{r}}{4 p l r} \quad \ldots\ldots 8$$

Vom Zähler der Gleichung 8 wird die Eintheilung auf den Gradbogen abgeleitet und der auf diesem Gradbogen bei irgend einer Probe abgelesene Zahlenwerth ergiebt durch die auf der linken Seite abgelesene totale Pressung dividirt, den Reibungscoëfficienten.

Thurston in Hoboken (New-York) hat später noch einen Reibungsmesser construirt, der auf Selbstregistrirung berechnet war und beabsichtigte damit die Gesetze der Zapfenreibungen und deren Coëfficienten für sehr weite Grenzen der Pressung, Geschwindigkeit und Temperatur zu ermitteln. Dieser Thurston'sche Apparat ist in Fig. 252 abgebildet.

Die Reibungsflächen werden gebildet von einem eisernen Zapfen *A* mit zwei Metalllagerschalen *B*. Ueber der oberen Lagerschale befindet sich: 1. eine Oeffnung, durch welche das Versuchsöl eingeführt wird; 2. eine Oeffnung für den Thermometer *C*.

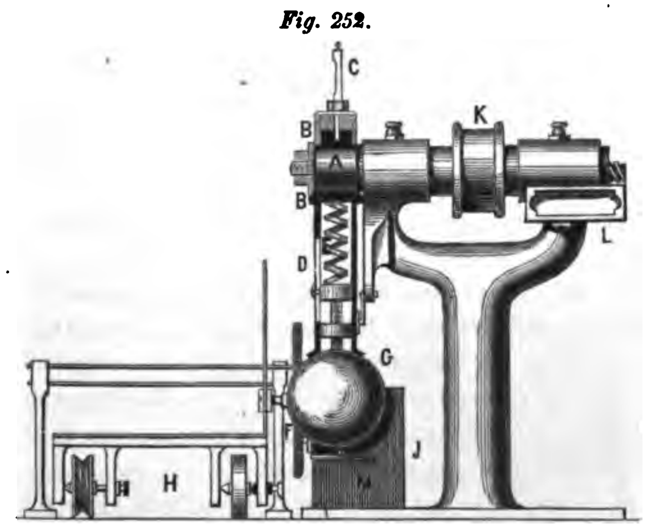
Der Rahmen, welcher die Lagerschalen *B* einschliesst, wird durch ein Pendel verlängert, an dessen Axe sich ein Zeiger *F* auf einem Zifferblatt bewegt. Der aufschreibende Apparat besteht aus einer Rändelscheibe mit fester Axe und loser Leitrolle, derselbe ist an der am Ende des Pendels befindlichen Kugel *G* angeschraubt und zieht ein Rollwägelchen *H* mit sich fort. Ein Uhrwerk *J* bewegt den Bleistift, welcher ein Diagramm aufzeichnet, dessen Eintheilungen mit denjenigen übereinstimmen, welche der am Pendel befestigte Zeiger *F* auf dem graduirten Bogen beschreibt.

Mittelst einer Schraube ohne Ende und einem Zahnrädchen setzt eine Welle den Gesammtzähler in Bewegung. Mit der Stellschraube *M* wird der Anzug der Lagerschraube in dem

beabsichtigten Maasse vorgenommen und durch Zeiger *F* angezeigt.

Wenn der Transmissionsriemen auf den der beabsichtigten Geschwindigkeit des Reibungszapfens entsprechenden Conuslauf gebracht und das Oel in das obere Gefäss des oberen Lagers eingegossen ist, so verbindet man das Wägelchen *B* mit dem Pendel, setzt den Bleistift an das Diagrammpapier so an, dass die Spitze die Nulllinie berührt, wenn das Pendel sich

Fig. 252.



Thurston's Reibungsmesser mit Selbstregistrirung.

A Zapfen. *B* Metalllagerschalen. *C* Thermometer. *D* Rahmen. *E* Feder. *F* Zeiger. *G* Kugel. *H* Rollwägelchen. *J* Uhrwerk. *K* Riemenscheibe. *L* Zählwerk. *M* Stellschraube.

in verticaler Lage befindet, darauf wird der Apparat in Gang gebracht. Die Grösse der Reibung wird durch die Neigung angezeigt, welche das Pendel während der Drehung des Zapfens annimmt. Der Druck des Lagers auf den Zapfen lässt sich mittelst der Stellschraube *M*, welche auf eine Feder *E* einwirkt, verändern. Es ist mit diesem Apparate nur ein Maximaldruck von 5 Kilogramm pro Quadratcentimeter Tragfläche auszuüben, was bei manchen Theilen der Betriebsmaschinen als ein Minimum anzusehen ist; oft erreicht er 30 Kilo und steigt mitunter auf 70 Kilo. In Betreff der Leistungsfähigkeit und

der angewandten Pressungen bleibt er weit hinter dem Kirchweger'schen Messer zurück und ist auch sonst noch mit Uebelständen behaftet; so geben die Aufzeichnungen keine Garantie von hinreichender Genauigkeit und erfordern grosse Uebungen in dem Ablesen der Curven, welche also eine Quelle vieler Fehler werden können.

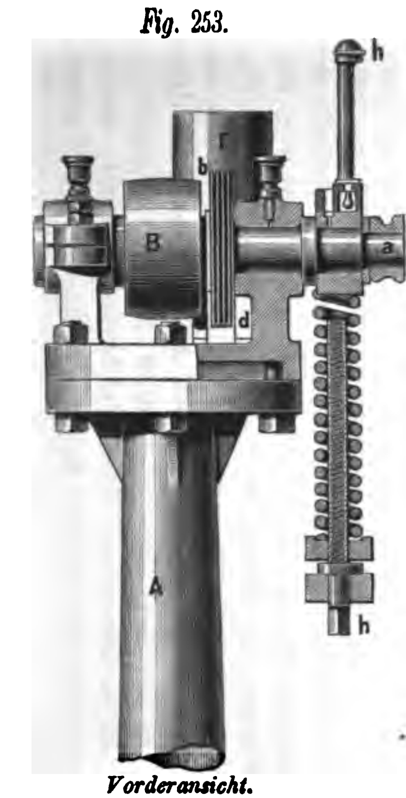
Friedrich Lux in Ludwigshafen am Rhein hat die von Thurston & Henderson 1873 construirte Oelprobirmaschine mit Selbstregistrirung des Pendelausschlages nachgebildet aber bedeutend verbessert — D. R. P. Nr. 14117, 1881 —; sie beruht auf dem gleichen Princip, dem nämlich, dass eine rotirende Welle von einem in einem Rahmen geführten Lager umfasst, und letzteres durch eine kräftige Spiralfeder an denselben gepresst wird; das zu prüfende Schmiermaterial wird durch eine auf dem Pendel sitzende Schmierbüchse aufgegeben. Hierzu die Figuren 253—255.

Der bei stillstehender Welle *a* senkrecht herabhängende, eine Art Pendel bildende Rahmen wird von der drehenden Welle in Folge der Reibung aus seiner Ruhelage abgelenkt, und zwar bis zu einem Grade, welcher dem Material von Welle und Lager, der Geschwindigkeit der Welle und der Beschaffenheit des Schmiermaterials entspricht.

Es können also mit dem Apparat eben sowohl verschiedene Axen- und Lagermetalle, als verschiedene Schmiermaterialen unter wechselndem Druck und mit wechselnder Geschwindigkeit geprüft werden.

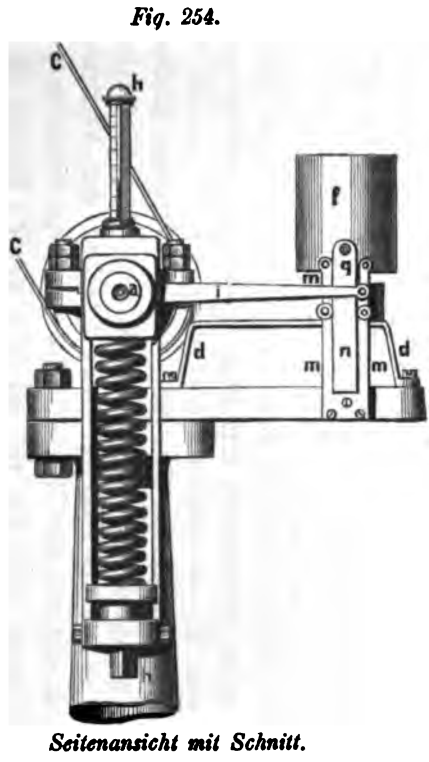
Die Lagerflächen sind bei dem Lux'schen Apparat besonders schmal, und die Spannfeder besonders kräftig gehalten, damit man die Schmiermaterialien unter dem wirklichen Betriebsdruck, welchen dieselben ausgesetzt werden sollen, prüfen kann, ohne sich des Gewichtes bedienen zu müssen, dessen Gebrauch das Arbeiten mit dem Thurston'schen Apparat etwas unbequem macht, die Differenz zwischen dem Druck der oberen und dem der unteren Lagerschalen noch weiter vermehrt und die Grösse des Ausschlagwinkels, dessen Sinuswerth im umgekehrten Verhältniss zum Gewicht des Pendels steht, vermindert.

Fig. 253.



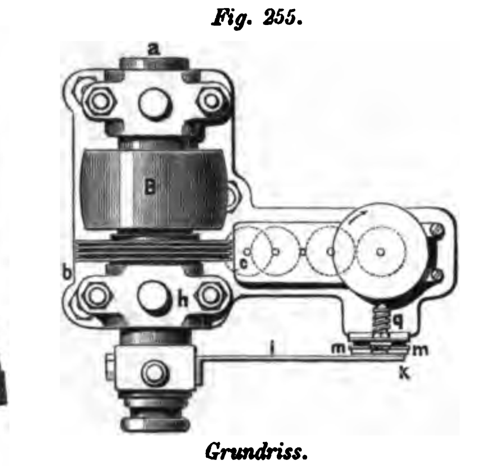
Vorderansicht.

Fig. 254.



Seitenansicht mit Schnitt.

Fig. 255.



Grundriss.

A Säule worauf der Apparat montirt ist.
B Riemenscheibe. *C* Riemen.
a Welle. *b* Schnecke. *c* Zahnrad.
d Brücke. *f* Hohlcylinder. *h* Pendel.
i Arm. *k* Bolzen. *m* Rollenführung.
n Schiene. *q* Stellschraube.

Lux' Oelprüfungsmaschine.

Auf der Welle *a* des Pendelapparats ist eine Schnecke *b* befestigt, welche in das erste Zahnrad *c* der auf einer Brücke *d* gelagerten Zahnradübersetzung eingreift. Die Uebersetzung ist eine solche, dass der auf der nach oben verlängerten Axe des Zahnrads sitzende Hohlcylinder *f* sich nach Maassgabe der Wellenumdrehungen und zwar mit bedeutend verminderter Geschwindigkeit von rechts nach links um seine Axe bewegt.

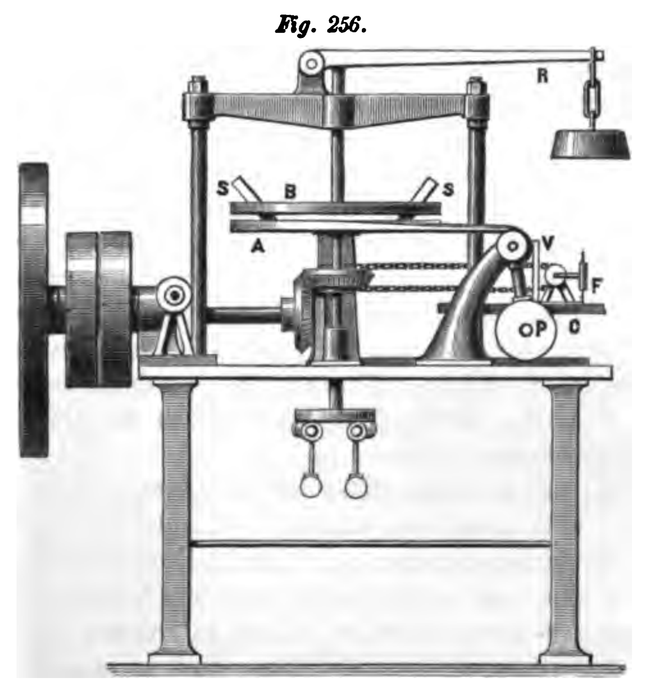
An dem Pendel *h* ist in der Höhe der Axmittellinie ein horizontaler Arm *i* angeschraubt, welcher an seinem äusseren Ende einen horizontalen Bolzen *k* trägt. Dieser Bolzen *k* greift in einen horizontalen Schlitz, der in verticaler Richtung in einer Rollenführung *m m* beweglichen Schiene *n*, welche an ihrem oberen Ende eine Hülse mit Spirale und Stellschraube *q* trägt, vermittelst welcher ein Bleistift in normaler Richtung an den mit einem Papierstreifen bespannten Cylinder *f* angedrückt wird; die Länge des Schlitzes gestattet einen Pendelausschlag bis zu 20 Winkelgraden.

Da die Reibung bei diesem Apparat unter sonst gleichbleibenden Bedingnissen dem Sinus des Ausschlagwinkels proportional ist, der Bolzen *k* aber die Schiene *n* und mit ihr den Bleistift genau um diese Sinuswerthe in verticaler Richtung hebt, so ist der mechanische Effect eines Schmieröles genau umgekehrt proportional den Verticalabständen der von dem Bleistift beim Gang des Apparates aufgezeichneten Linie von der bei Ruhelage des Pendels durch den Bleistift markirten Grundlinie.

Das auf den Cylinder *f* aufzulegende Papier ist mit einem System von verticalen und horizontalen Parallellinien von unter sich gleichbleibenden Abständen versehen. Die Abstände der verticalen Linien entsprechen einer runden Zahl von Umdrehungen der Welle, so dass die Gesammtzahl der Touren, welche der Apparat bei einem Versuch gemacht hat, leicht abgelesen werden kann; die Abstände der horizontalen Linien sind dem Sinuswerth des Winkels von 1° gleich gemacht, so dass sowohl die vergleichende Uebersicht, wie die Berechnung der absoluten Reibungswerthe einfach und schnell erfolgt.

Die Maschine von Deprez & Napoli, welche auf der Weltausstellung im Jahre 1878 Anklang gefunden hatte, ist in Fig. 256 veranschaulicht; sie hat gleichfalls eine Einrichtung zur Selbstregistrirung. Der Apparat von Deprez & Napoli hat vor den anderen schon erwähnten Apparaten, welche zur Untersuchung von Schmierölen benutzt werden, den Vortheil, dass

Fig. 256.



Deprez & Napoli's Oelprüfungsmaschine.

A, *B* Lagerscheiben. *C* Wagen. *F* Stift. *P* Pendel. *R* Gewichtshebel. *S*, *S* Schienen. *V* Nuth.

bei Versuchen mit demselben immer eine bestimmte Menge des zu untersuchenden Oeles der Prüfung unterworfen wird, in Folge dessen man eine regelmässige Vergleichung der Schmieröle unter einander ausführen kann, welches Oel in bestimmten Mengen und bei bestimmter Belastung und Geschwindigkeit sich durch die grösste Beständigkeit des Reibungscoëfficienten auszeichnet.

Mit dem Apparate wird direct die durch Reibung zweier Flächen unter Zwischentritt irgend eines Schmiermittels verzehrte Arbeit gemessen, welche entweder als Fläche aufgezeichnet oder sogleich in Verhältnisszahlen angegeben wird, im ersteren Falle aber durch das von dem Apparate gezeichnete Diagramm ein graphisches Vergleichsmittel geboten. Neben einem ziemlich schweren Schwungrade sitzen auf der horizontalen Antriebswelle zwei Riemenscheiben fest und lose, durch welche die Maschine angetrieben oder abgestellt wird. Zwei Kegelräder übertragen die rotirende Bewegung von der ersten Antriebswelle auf die im Gestelle gelagerte Verticalwelle und durch diese auf eine genau ebene und glatt polirte Scheibe A, welche auf ihr aufgekeilt ist. Eine zweite Scheibe B überragt dieselbe und ruht mittelst dreier Metallschienen SS, welche mit der Verticalen einen Winkel von 30^0 einschliessen, auf ihr.

Die Berührungsflächen der Schienen mit der Scheibe A sind genau berechnet und von gleicher Grösse: 10 Quadratcentimeter. Es ergiebt sich daraus, dass der durch die Schnellwage R auf die Scheibe B ausgeübte Druck auf die 3 Schienen S gleichmässig vertheilt ist.

Um den Reibungscoëfficienten irgend eines Oeles zu ermitteln, giesst man eine bestimmte Quantität des Oeles zwischen die beiden Scheiben. Die Reibung, welche durch ihre relative Bewegung erzeugt wird, sucht die Scheibe B mitzunehmen und dieses Bestreben ist um so grösser, je geringer die Schmierfähigkeit ist. Um diese Kraft zu messen, ist an der Scheibe B ein sehr dünnes Stahlband angebracht, das an seinem anderen Ende mit einer sehr beweglichen Rolle verbunden ist. Die Axe der letzteren läuft in Körnern und ist mit dem Pendel P fest verbunden.

Bezeichnet man die Entfernung des Schwerpunktes dieses Pendels von der Aufhängungsaxe mit L, den Winkel, den eine Gerade, welche diese beiden Punkte verbindet, mit der Verticalen macht, mit α, den Radius der Rolle, über welche das Stahlband läuft, mit R, den ausgeübten Zug auf die Schiene mit f, das Gewicht des Pendels mit P, so hat man aus diesen 5 Werthen folgende Gleichung:

$$f R = P L \sin \alpha \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1$$

$$\text{und } f = \frac{P L \sin \alpha}{R} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2$$

Nun trägt aber der Schaft des Pendels P an einer beliebigen Stelle seiner Länge eine Leitrolle, die in einer verticalen Nuth V läuft; letztere ist an einem kleinen Wagen C angebracht und dieser läuft auf Eisenschienen.

Wenn man den Weg dieses Wagens, welcher dem Ausschlage α des Pendels entspricht, mit y, die Entfernung der Leitrolle von der Aufhängungsaxe des Pendels mit l bezeichnet, so ist entschieden $y = l \sin \alpha$.

Diese Gleichung mit der unter (2) verglichen, ergiebt:

$$y = \frac{f\, l\, R}{P \,.\, L}$$

woraus man schliesst, dass der Weg des Wagens proportional ist zu f, d. h. zu der Stärke der Reibung.

Ferner ist der Wagen mit einem Blatte Papier versehen, gegen welches ein Bleistift gerichtet ist; dieser hat eine sehr langsam fortschreitende Bewegung im Verhältniss zur Tourenzahl der Scheibe A und seine Richtung ist senkrecht zu der Bewegung des Wagens. Die Curve, welche durch die Combination dieser beiden Bewegungen beschrieben wird, ist daher die darstellende Curve des Reibungswerthes.

Die einfache Beschauung dieser Curve lässt nun die Reibungsintensität in jedem Augenblicke erkennen und ihre Quadratur ergiebt die gesammte Arbeitskraft, welche die Maschine in Anspruch nahm.

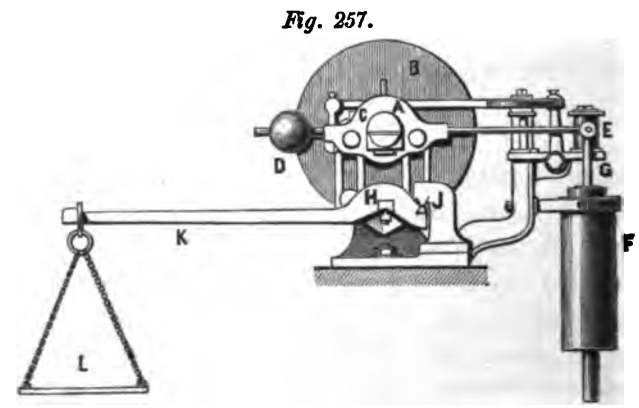
Es ist noch zu erwähnen, dass, um vergleichbare Resultate zu erzielen, die Tourenzahl des Apparates möglichst constant erhalten werden muss und es wird aus diesem Grunde von Deprez & Napoli in solchen Fällen, wo die zur Verfügung stehende Betriebsmaschine mit sehr veränderlicher Tourenzahl arbeitet, ein eigens zu dem Zwecke construirter Regulator unter der Maschine angebracht; derselbe ist auch in der Zeichnung angedeutet.

Der Apparat von Deprez & Napoli ist auch zu dem Zwecke zu benutzen, um die durch die Reibung bewirkte Ab-

nutzung verschiedener Materialien zu messen. Hierzu ist es nur nöthig, an Stelle der Scheibe *A* und der hier aus Metall gefertigten Backen *S S*, solche Theile aus den auf Abnutzung zu prüfenden Materialien zu setzen und diese nach einer bestimmten Dauer des Versuches wieder abzuwägen. Der Gewichtsverlust repräsentirt die Grösse der Abnutzung.

Bei der Reibungswage mit hydraulischem Wagebalken von **Fayol & Petit** erhält der Versuchszapfen seine Bewegung direct von der Transmission — Fig. 257 —.

Fig. 257.



Fayol & Petit's Reibungswage.

A Lagerschale. *B* Transmissions-Riemenscheibe. *C* Rahmen. *D* Gegengewicht. *E* Bleistift. *F* Cylinder. *G* Stützstange. *H* Stahlprisma. *J* festliegende Schneide. *K* Wagehebel. *L* Wagschale.

Er ist von der Hälfte seines Umfanges von der Lagerschale *A* umschlossen und hat an seinen Enden Backen, welche Ansätze bilden zu dem Zwecke, das Lager immer an demselben Platze zu erhalten und das in das untere Schälchen ablaufende Oel zu sammeln. Das obere Lager und die Schmierschale stehen in einem gusseisernen Rahmen *C*, welcher auf zwei Seiten durch zwei Arme verlängert ist. Der linksseitige trägt ein Gleichgewicht *D* und der rechtsseitige, welcher viel länger ist, führt einen Beistift. Das Ganze ist derart angeordnet, dass es sich im Zustande des Gleichgewichtes befindet. Andererseits stützt ein Schwimmer, bestehend aus einem Metallcylinder und einer aufwärts stehenden in eine Spitze endigenden Stange *G*

den Bleistifthalter von unten so, dass der Ausschlag des Hebels gemässigt wird. Eine doppelte Sperrklinke begrenzt den Ausschlag des Wagebalkens nach beiden Richtungen. Der Druck auf das Lager wird vermittelst verticaler Stangen, welche den gusseisernen Rahmen des Wagebalkens mit einem gleichfalls gegossenen Stücke verbinden, ausgeübt.

In diesem ist ein Stahlprisma H angebracht, das seine Schneide genau in der Verticalen liegen hat, welche die Axe des Lagers schneidet. Ein horizontaler Hebel ruht auf dieser Schneide und drückt von unten auf eine andere Schneide J, die sich in einem Gussstücke befindet, welches an der Fundamentplatte der Maschine befestigt ist; das andere Ende trägt eine Wagschale L, auf welche man die für einen bestimmten Druck erforderlichen Gewichte legt.

Der zu ermittelnde Kraftaufwand P äussert sich nach dem Stande der Schwimmeraxe, welche die Basis des Systems ist. Der Schwimmer bewegt sich frei, vertical in einem cylindrischen Recipienten F, der Wasser bis zu einem gewissen Niveau enthält. Dieses Niveau wird so regulirt, dass, wenn der Wagebalken aufwärts steht, der Schaft des Schwimmers das obere Ende des Bleistiftes berührt, ohne auf ihn zu drücken.

Es sei: s der Querschnitt des Schwimmers,
S der Querschnitt des Recipienten,
$S—s$ der ringförmige Querschnitt, welcher von dem Wasser eingenommen wird.

Bezeichnet man durch K das Verhältniss $\frac{s}{S-s}$ des Querschnittes des Schwimmers zu dem von dem Wasser eingenommenen, so erhebt sich bei einer Einsenkung h die Flüssigkeit auf Kh und der Druck unter dem Schwimmer ist

$$P = (Kh + h)\, s\, d,$$

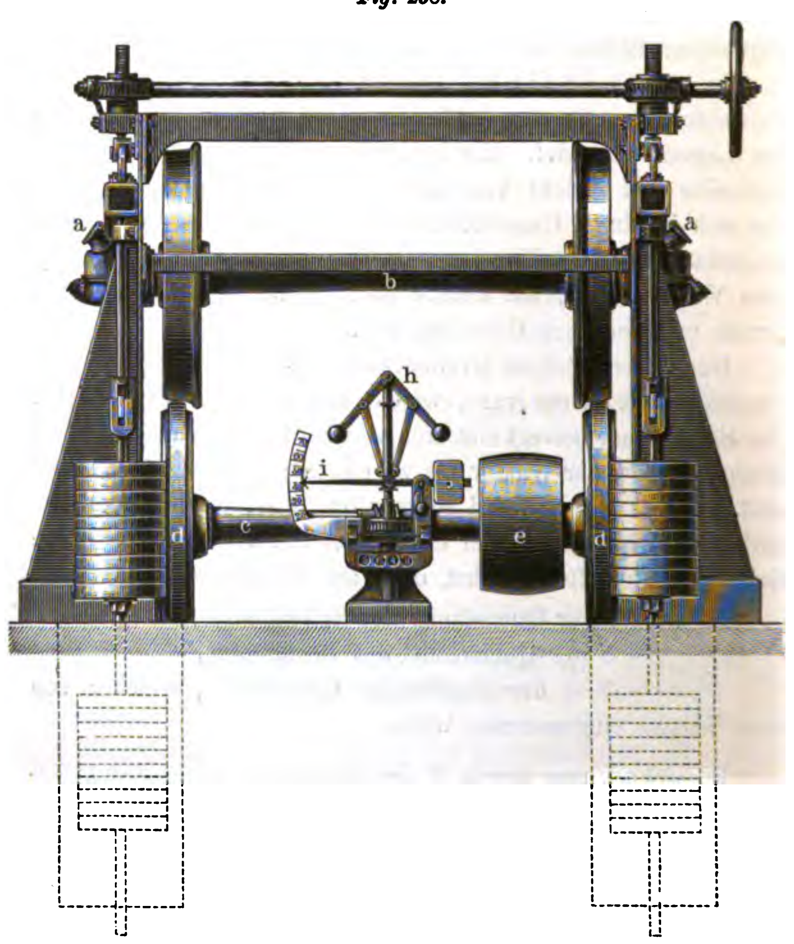
wobei d die Dichtigkeit der Flüssigkeit bezeichnet; für Wasser $= 1000$ hat man

$$P = (Kh + h)\, 1000\, s = (K + 1)\, h\, .\, 5 \times 1000.$$

Das ist die allgemeine Formel, welche das Verhältniss zwischen den verschiedenen Elementen giebt.

Der Werth K ist ein solcher, dass jeder Centimeter Einsenkung des Schwimmers einer Kraft $P = 100$ Gramm entspricht. Wenn man mit L die Länge des Wagebalkens, mit

Fig. 258.



Vorderansicht.

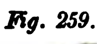
M. Bahn'scher Reibungsmesser

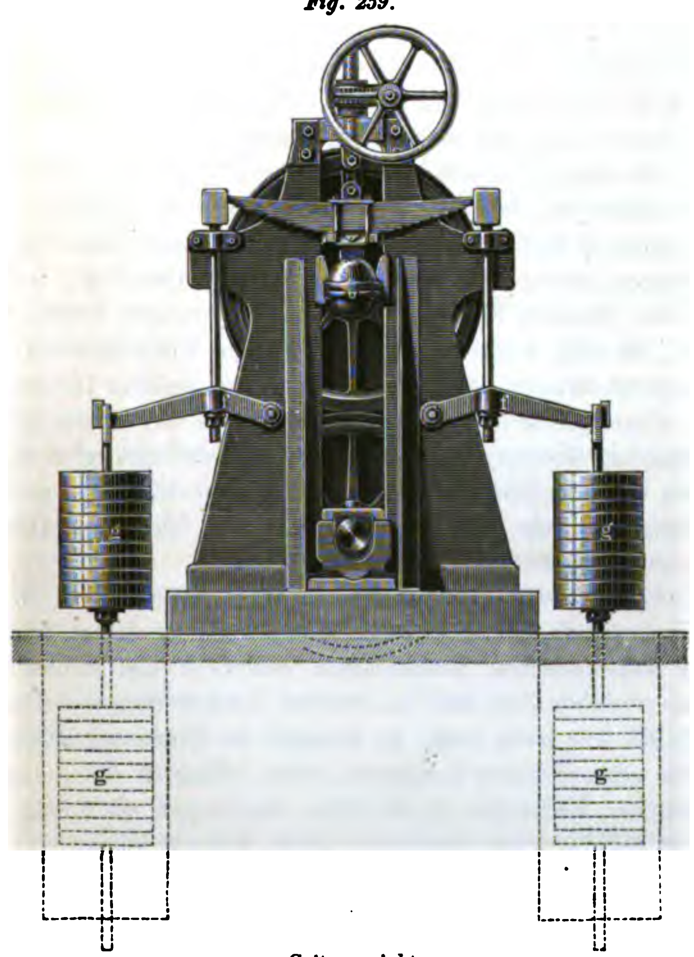
a Schmierbüchsen. *b* Axe. *c* Welle. *p* Räder. *f* Hebel-

r den Radius des Zapfens bezeichnet, so wird die tangentielle Kraft f auf den Zapfenumfang bezogen, ausgedrückt durch die Formel:

$$\frac{f}{P} = \frac{L}{r} \text{ woraus } f = \frac{PL}{r}$$

und die Reibungsarbeit ist für n Touren pro Minute:


Fig. 259.



Seitenansicht.

für Eisenbahnzwecke.

vorrichtung. *g* Gewichte. *h* Schwungkugeln. *i* Zeiger.

$$T = \frac{n}{60} \times 2\pi r f$$

in Kilogrammmetern pro Secunde.

Das Princip des P. L. M. Bahn'schen Reibungsmessers für Eisenbahnzwecke — Fig. 258 und 259 — beruht darauf, dass eine probeweise zu schmierende Axe oder Welle durch ein Triebwerk derartig in Umdrehung versetzt wird, dass man die Anzahl der Rotationen an einem angebrachten Tourenzähler direct ablesen kann, oder aber, dass die Umdrehungsgeschwindigkeit durch einen mit einem Schwungkugel-Apparate verbundenen Zeiger auf einer Scala angezeigt wird.

Die Lager, in welchen die Axschenkel laufen, sind mit Schmierbüchsen versehen, welche das abgewogene Oelquantum tropfenweise und gleichmässig auf die zu schmierenden Flächen gelangen lassen. Das Axlager kann durch Gewichte, welche an dem längeren Schenkel eines ungleicharmigen Hebels wirken, derartig belastet werden, dass die Flächeneinheit des Axschenkels unter demselben Drucke steht, welcher in natura auf dieselbe übertragen werden soll. Diese Bedingung ist zur Erlangung eines zuverlässigen Resultates unbedingt erforderlich, denn dasselbe Schmiermaterial, welches vielleicht für geringe Belastungen sehr brauchbar ist, kann sich bei hohem Drucke als unzweckmässig erweisen.

Um nun mittelst des Apparates den relativen Werth zweier Schmieröle zu prüfen, regulirt man den Druck derart, dass er den thatsächlichen Verhältnissen entspricht und beobachtet, nach welcher Zeit und bei welcher Umdrehungsgeschwindigkeit die Axe warm wird. Je geringer die Temperaturerhöhung unter sonst gleichen Umständen, desto besser ist das Schmiermaterial. Klebt man in die Nähe des Lagers ein wenig von einer Mischung von Wachs und Fett, deren Schmelzpunkt bekannt ist, so lässt sich leicht feststellen, nach wie viel Umdrehungen die Axe die zum Schmelzen erforderliche Temperatur erlangt hat.

Der Apparat, in zwei Zeichnungen, Vorderansicht Fig. 258 und Seitenansicht Fig. 259, dargestellt, ist dazu bestimmt, die Schmiermittel für Locomotiv- und Wagenaxen zu prüfen, so wie gleichzeitig die beste Form der Axschenkel zu ermitteln.

Die Schmierbüchsen *a a* nehmen das zu prüfende Oel auf und führen es auf die Schenkel der Axe *b*, welche mittelst

Friction der beiden auf der Welle *c* befestigten Räder *d d* gegetrieben wird. Auf derselben Welle sitzt die Riemenscheibe *e*, durch welche der Antrieb erfolgt.

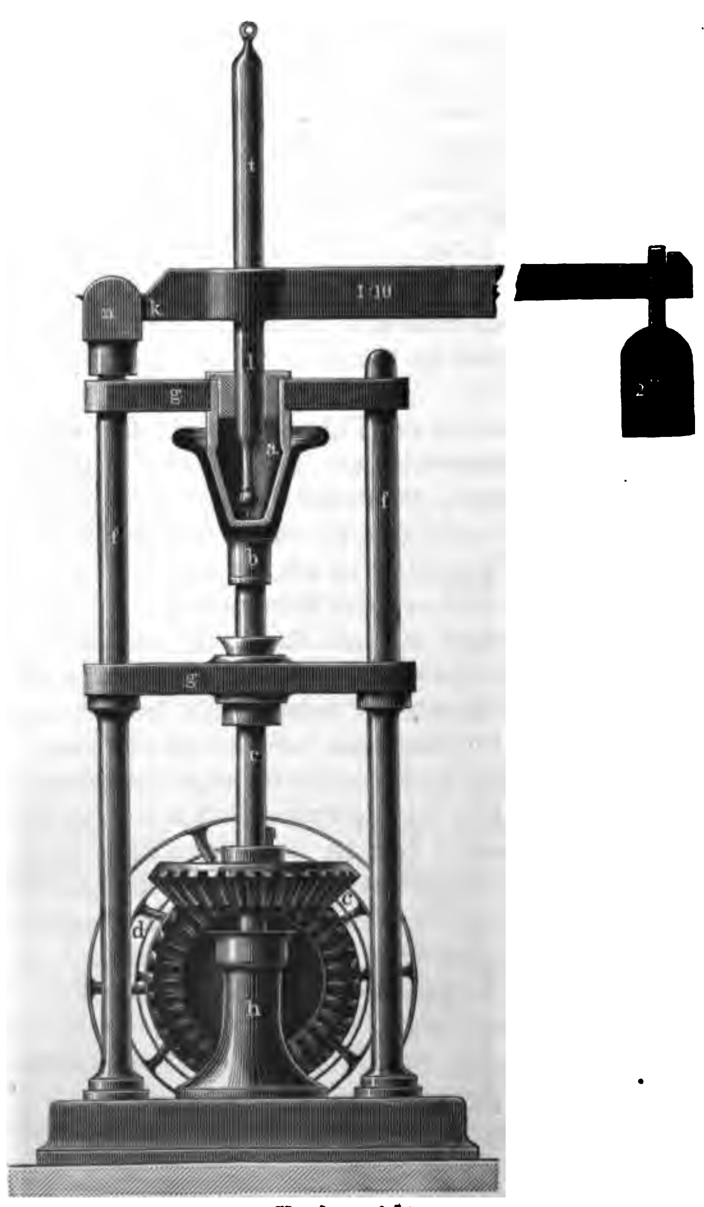
Die Axschenkel lassen sich mit Hülfe der Hebelvorrichtung *f f* und der Gewichte *g g* entsprechend belasten. Der mittelst des Schwungkugelapparates *h* in Bewegung versetzte Zeiger *i* giebt die Umdrehungsgeschwindigkeit an.

Prof. **E. Willigk** in Prag hat 1883 eine Oelprüfungsmaschine construirt, die sich dem Principe nach von den vorhergegangenen im Wesentlichen nur dadurch unterscheidet, dass statt eines Traglagers ein Stützlager gewählt ist; und dass bei den Versuchen namentlich die Temperaturen berücksichtigt werden müssen.

Der Apparat ist in den Figuren 260—262 dargestellt und besteht in der Hauptsache aus einem hohlen Stahlkonus *a* — Fig. 260 —, dessen Mantelfläche in eine Rothgussschale *b* derart eingeschliffen ist, dass die untere stumpfe Fläche ganz aufsitzt. Die Rothgussschale ist mit der verticalen Axe *c* fest verbunden, welche letztere durch Riemenscheiben *d* und Räderübersetzung *e* in rasch drehende Bewegung gebracht werden kann. Die beiden Ständer *f* halten die Querstücke *g* und *g'*.

In das obere Querstück *g*, welches nicht festsitzt, sondern auf den Ständern *f* gleiten kann, wird der hohle Konus *a* eingesetzt und mit einer Stellschraube befestigt; im unteren festsitzenden Querstücke *g'* lagert die verticale Axe *c*, deren zweites Lager sich im Ständer *h* befindet. Am oberen Ende des einen Ständers *f* ist eine Gabel aufgeschraubt, und sind die beiden Gabelenden durch ein dreieckiges Stahlprisma *i* verbunden. In diesen gabelförmigen Theil wird das eine Ende des Hebels *k* eingeschoben, welcher sich nach oben an die untere Kante des Stahlprismas *i*, nach unten aber mittelst zweier verticaler Arme *l* auf den Konus stützt. Am anderen Ende des Hebels werden Gewichte angebracht, um den Stahlkonus in die Rothgussschale einzupressen. Der innere Raum des Konus wird mit Quecksilber gefüllt und in dieses ein Thermometer *t* eingesenkt, welches durch den ringförmigen Theil des Hebels *k* hindurchgeht und mittelst eines in dem oberen Konusrande

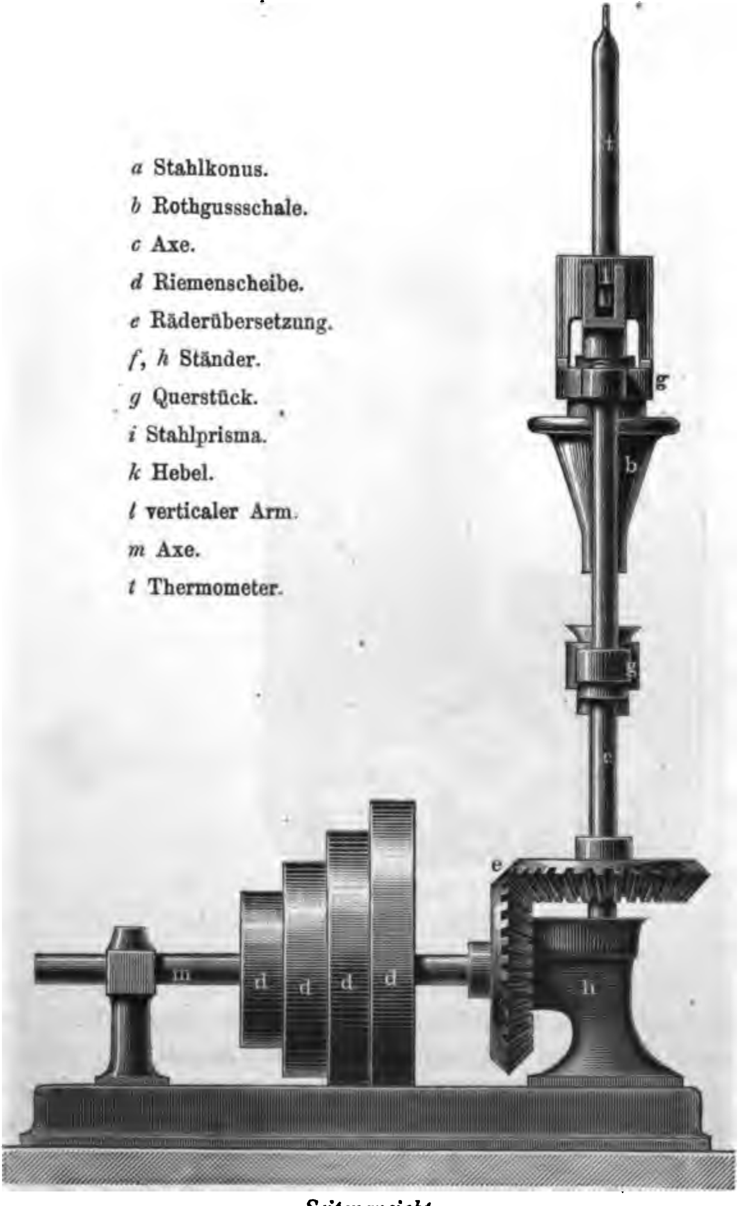
Fig. 260.



Vorderansicht.

E. Willigk's

Fig. 261.

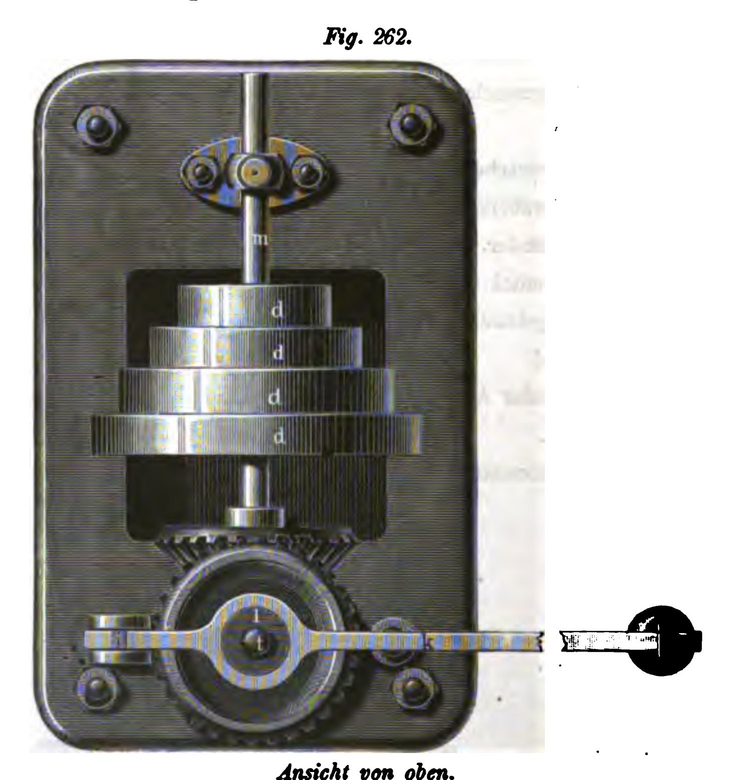


Seitenansicht.

Oelprüfungsmaschine.

oder auch in dem Hebelringe eingesetzten Korkfutters gehalten wird. Der ganze Apparat ist auf einem soliden Tische aufgestellt und wird mittelst einer Transmission in drehende Bewegung gesetzt. Auf der horizontalen Axe *m* kann ein Tourenzähler angebracht werden.

Fig. 262.



Ansicht von oben.
E. Willigk's Oelprüfungsmaschine.

Von dem zu erprobenden Schmiermaterial wird ein kleines Quantum, etwa 1 Cubikcentimeter, in den unteren Theil der Schale *b* gegeben und hierauf der Konus eingelassen, welcher sofort das Schmiermaterial zwischen die Berührungsflächen beider einpresst. Bei feineren Untersuchungen, bei denen es auf scharfe Präcision der Resultate ankommt, ist es angezeigt, nicht ein gleiches Volumen, sondern gleiche Gewichtsmengen der zu prüfenden Schmiermittel zu verwenden. So-

dann wird das Quecksilber eingefüllt, der Hebel aufgepasst und belastet, das Thermometer eingelassen und der Apparat in Bewegung gesetzt.

Die auf der Axe *c* befestigte Schale *b* gelangt in rasche rotirende Bewegung um den fixirten Konus *a*, wodurch das Quecksilber erwärmt wird. Die Grade dieser Temperaturzunahme werden auf dem Thermometer *t* abgelesen.

Die Prüfung auf die Güte der Schmiermaterialien kann auf zweierlei Weise vorgenommen werden. Entweder man lässt den Apparat so lange rotiren, bis das Thermometer eine im Voraus bestimmte Temperatur anzeigt und liest die in dieser Zeit gemachten Umdrehungen der Axe *m* auf dem Tourenzähler ab. Oder man lässt die Axe *m* bei den zu prüfenden Schmiermaterialien eine gleiche Anzahl von Umdrehungen machen und notirt die bei der letzten Umdrehung jeweilig erreichte Temperatur. Bei ersterer Methode zeigt die höhere Umdrehungszahl, bei letzterer die niedrigere Temperatur das bessere Schmiermaterial an. In der Praxis liefert die zweite Methode für den Vergleich der erprobten Schmiermittel hinreichend genaue Resultate, wenn man sich statt eines Tourenzählers einer gut gehenden Uhr mit Secundenzeiger bedient und den Apparat für jedes Schmiermaterial durch gleich lange Zeit mit gleicher Geschwindigkeit rotiren lässt und hierbei die Temperaturzunahme abliest.

Der Willigk'sche Apparat ist namentlich auf östreichischen Bahnen eingeführt; die damit zu erzielenden Resultate ergeben aber nicht immer ein richtiges Urtheil über die Qualität der Schmieröle, denn anerkannt gute Schmieröle ergeben häufig genug ein ungünstigeres Resultat als Schmieröle, die sich späterhin als von minderer Qualität herausstellten.

Der Zweck der Anwendung des Schmiermaterials ist allgemein die Umhüllung zweier auf einander arbeitender Metallflächen zur Verminderung ihrer Reibung, um sowohl Arbeit zu gewinnen, als auch diese Flächen dauernd arbeitsfähig zu erhalten.

Diese allgemeinen Gesichtspunkte, von welchen bei der Wahl eines Schmiermaterials ausgegangen werden muss, sind

hierdurch bestimmt bezeichnet und der Weg, welchen die derselben vorausgehende Prüfung oder Untersuchung zu nehmen haben wird, dadurch ebenfalls vorgeschrieben; die Untersuchung wird sich mithin allgemein mit der Beantwortung der beiden folgenden Hauptfragen zu befassen haben:

1. Ist die Fähigkeit eines bestimmten Schmiermaterials, die Reibung zwischen zwei Metallflächen zu verringern, eine gewissen Zwecken entsprechende, in genügendem Grade vorhanden?

2. Hat das betreffende Schmiermaterial die Fähigkeit, in einem, dem bestimmten Zwecke entsprechenden Grade, den Einwirkungen derjenigen Arbeit auf genügende Dauer hin zu widerstehen, welche es bei seiner Verwendung zu verrichten hat?

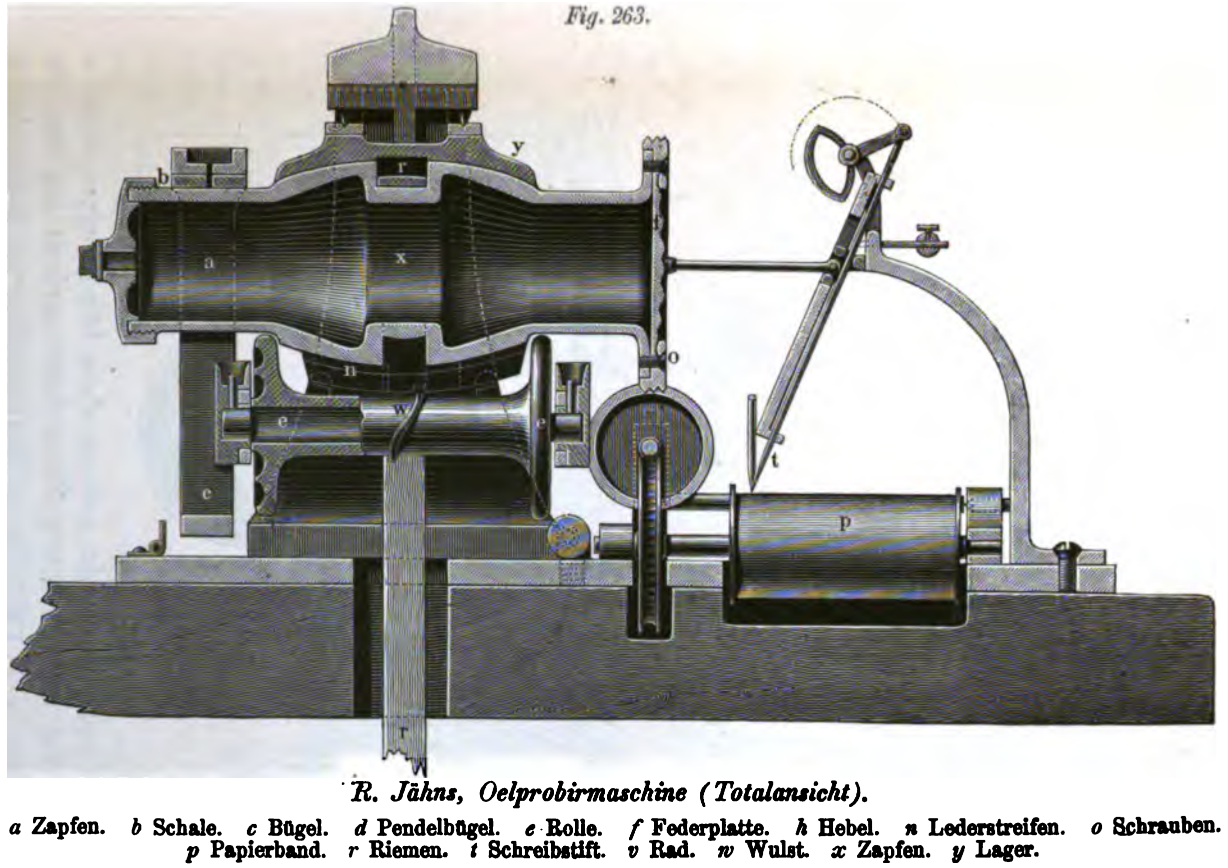
Mit Berücksichtigung der Bedingungen, welche eine Untersuchungsmethode in dem bezeichneten Sinne stellt und den unter 1 und 2 angegebenen Zwecken entspricht, hat **R. Jähns**, Maschineninspector etc. der Eisenbahndirection Köln (linksrh.) einen sehr sinnreichen und brauchbaren Apparat construirt — D. R. P. Nr. 14116 —, der auf deutschen Bahnen wohl allgemein eingeführt werden wird. Jähns bezeichnet denselben „Probirmaschine zur Prüfung und Wahl der Schmiermaterialien“. Derselbe ist durch die Figuren 263 bis 273 veranschaulicht.

Zur Ermittelung der Fähigkeit des Schmiermaterials, die Reibung zweier auf einander gleitender Flächen zu vermindern, dient der mit *a* bezeichnete Theil des hohlen Zapfens *x* — Fig. 263 —.

Um möglichst wechselnde Einflüsse der Verschiedenheiten des Zustandes der Oberflächen der beiden gleitenden Flächen fern zu halten, ist die Breite derselben auf ein Minimum reducirt und zwar dadurch, dass der Radius der auf *a* schleifenden Schale *b* innen etwas grösser gewählt ist, als der Radius der äusseren Fläche des Zapfens selbst.

Hierdurch findet die Berührung beider Flächen nur in einer Linie parallel der Drehungsaxe des Zapfens, also unter stets gleichen äusseren Bedingungen statt.

Fig. 263.



R. Jähns, Oelprobirmaschine (Totalansicht).

a Zapfen. *b* Schale. *c* Bügel. *d* Pendelbügel. *e* Rolle. *f* Federplatte. *h* Hebel. *n* Lederstreifen. *o* Schrauben. *p* Papierband. *r* Riemen. *t* Schreibstift. *v* Rad. *w* Wulst. *x* Zapfen. *y* Lager.

Die schleifende Schale *b* — Fig. 266 — ist von Stahl und gehärtet, so dass ein Einarbeiten an der Berührungsstelle und damit auch eine Aenderung des Zustandes ausgeschlossen ist.

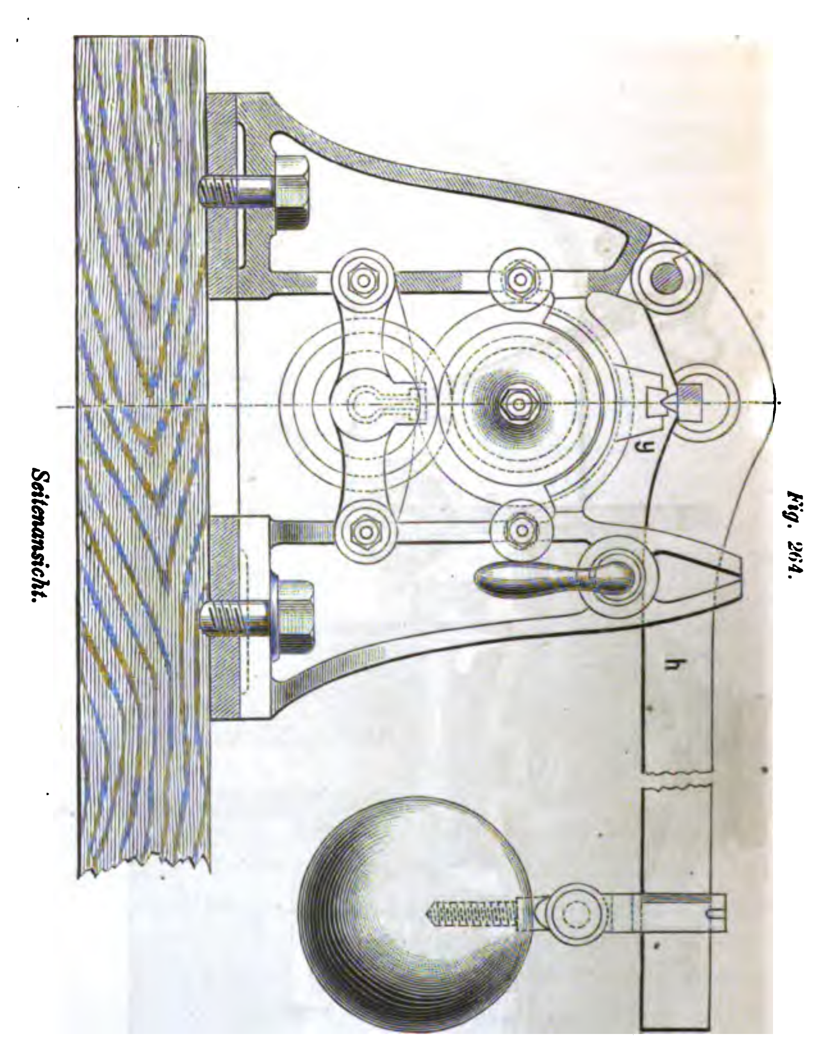


Fig. 264. Seitenansicht.

Die Schale *b* befindet sich an einem bügelförmigen Stücke *c* — Fig. 266 —, dessen Masse derart vertheilt ist, dass die untere Hälfte ein grösseres Schwingungsmoment besitzt als die obere.

Die Prüfung des Schmiermaterials im Sinne ad 1 — Seite 936 — geschieht nun mit der Vorrichtung in folgender Weise:

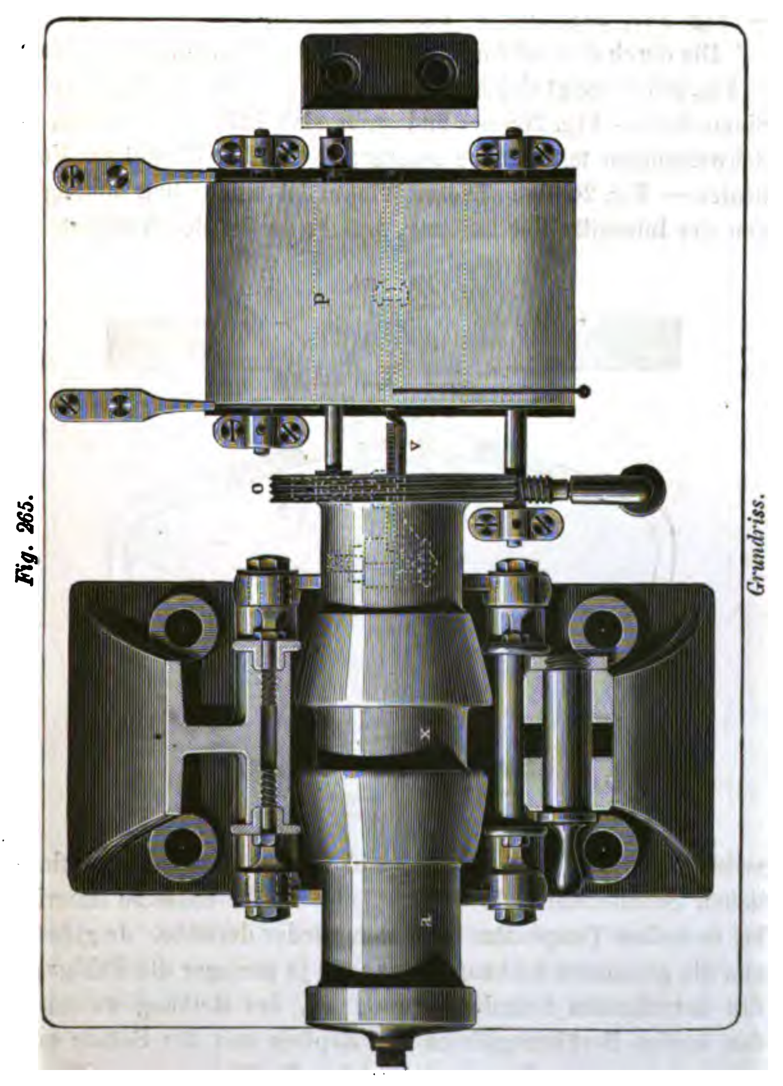


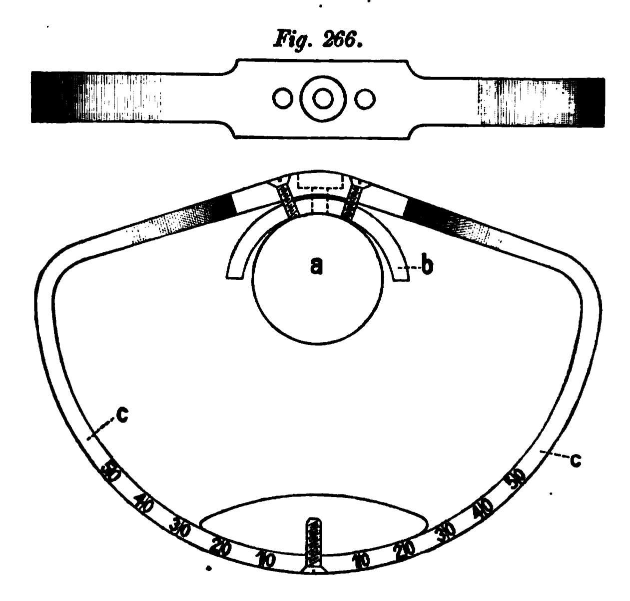
Fig. 265. *Grundriss.*

Die äussere Fläche des Zapfens *a*, wie die innere Fläche der Scheibe *b* — Fig. 263 und 266 — werden mit dem zu prüfenden Schmiermateriale ausreichend benetzt resp. während der Dauer des Versuches ausreichend benetzt erhalten. Der

mechanische Vorgang, welcher beginnt, sobald der Zapfen in Drehung versetzt wird, ist durch die schematischen Skizzen — Fig. 267, 268, 269 — veranschaulicht.

Die durch den Schwerpunkt S des Bügels d gehende Verticale — Fig. 267 — zeigt sich beim Beginn der Drehung des Zapfens im Sinne der — Fig. 268 — und stellt sich bald nach mehreren Schwingungen unter einen constant bleibenden Winkel zur Verticalen — Fig. 269 —. Dieser Winkel ist unmittelbar abhängig von der Intensität der Reibung, welche an der Berührungsstelle

Fig. 266.



zwischen Zapfen und Lager an und in dem dazwischen befindlichen Schmiermateriale entsteht, und ist für dasselbe Material bei derselben Temperatur auch stets wieder derselbe. Je grösser nun die gesammte Reibung selbst, d. h je geringer die Fähigkeit des betreffenden Schmiermaterials ist, der Reibung zwischen den beiden Berührungslinien des Zapfens und der Schale entgegen zu wirken, desto grösser wird die Neigung des Bügels aus seiner verticalen Ruhelage heraus werden, weil die Componente y grösser wird, welche die Intensität der Reibung an der Peripherie des Zapfens darstellt. Die Neigung des Pendelbügels d giebt also das Maass für die Fähigkeit des Schmiermaterials,

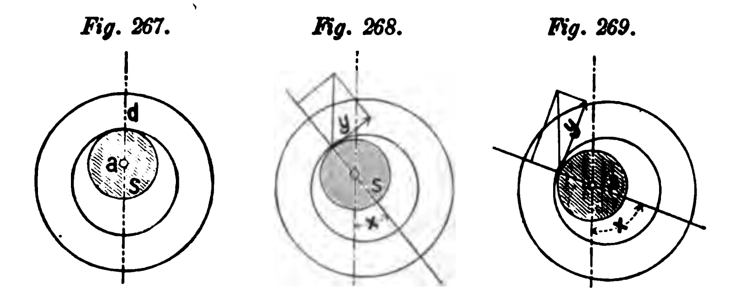
die Reibung zwischen den beiden Berührungsstellen zu vermindern und wird an der Peripherie des unteren Bügeltheiles in Einheiten des Umfanges direct bestimmt und abgelesen.

Für die Prüfung des Schmiermaterials im Sinne ad 2 — Seite 936 — sind am Apparate die nachfolgenden Einrichtungen getroffen:

Wie anfänglich erläutert, soll die hier in Frage kommende Beurtheilung von der Erwärmung ausgehen, welche die innere Arbeit des Schmiermaterials in der Schicht zwischen Zapfen *x* und Lager *y* — Fig. 263 und 264 — erzeugt.

Die Construction muss daher eine möglichst ausreichende Garantie gewähren, dass die beobachtete Erwärmung aber auch nur allein aus dieser Quelle, d. h. aus der Schicht selbst stammt;

Fig. 267. *Fig. 268.* *Fig. 269.*



dann nur kann sie ganz unabhängig von fremden Einwirkungen beobachtet werden. Um dies zu erreichen, um den arbeitenden Zapfen gewissermassen schweben zu lassen, wurde demselben die Form eines Umdrehungskörpers gegeben, dessen parallel zur Drehaxe gerichtete Fläche nach einem Kreisbogen gekrümmt ist, dessen Mittelpunkt aber ausser der Axe selbst liegt; die ausserdem benutzte Lagerschale schliesst sich auf einem Theile der oberen Fläche diesem genau an. Auf der Lagerschale selbst ruht durch Vermittlung zweier Spitzen der Hebel *h* — Fig. 264 —, welcher im Gestell befestigt ist und somit die Stellung der Lagerschale und, da diese den Zapfen umgreift, auch die Lage dieses fixirt. Nach unten vertical unterstützt ist sodann der Zapfen nur durch die beiden Rollen *e*.

Die Lagerschale, deren Lauffläche als Versuchsfläche functionirt, übernimmt auf diese Weise also gleichzeitig die Führung

des Zapfens und nur die Stützung desselben wird durch die Rollen *e* bewirkt, aber ohne irgend wesentliche Reibung zu erzeugen, da nur ein Abrollen der Berührungkreise letzterer, aber kein Gleiten zwischen diesen und der Zapfenoberfläche entsteht.

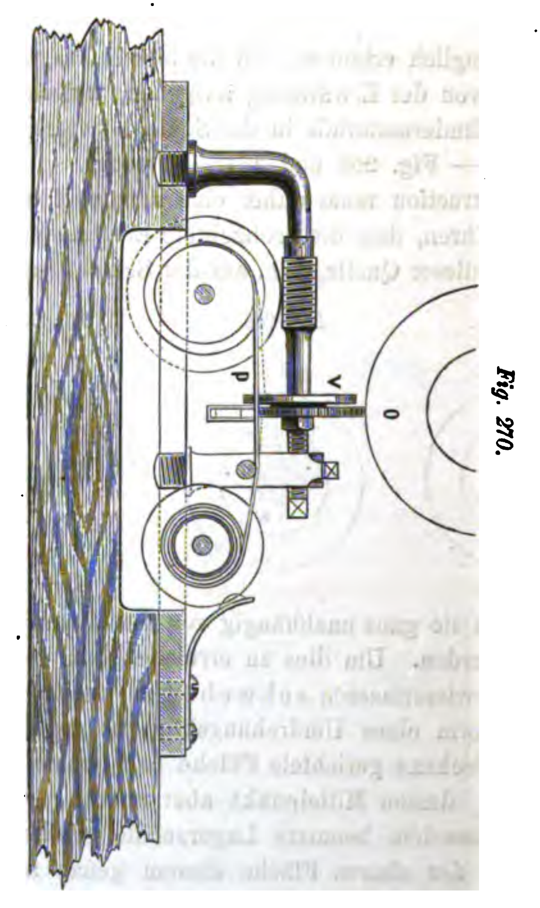


Fig. 270.

Mit dieser Art Lagerung ist also die Bedingung erfüllt, die Entstehungsstelle der Wärmeentwicklung, die Schicht zwischen Zapfen und Lager und diese selbst fast vollständig **thermisch zu isoliren.**

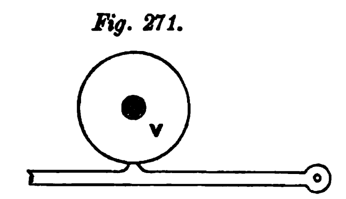
Die Schmierung des Zapfens zum Zwecke einer Prüfung geschieht nur durch einfaches Auftropfen des zu prüfenden

Schmiermateriales. Etwa 12 Tropfen desselben werden auf die Oberfläche des Zapfens und der Lagerfläche vertheilt und werden durch den kleinen Lederstreifen *n*, welcher während der Rotation des Zapfens durch die schiefe Wulst *w* hin und her bewegt wird, auch gleichmässig vertheilt erhalten.

Der Umtrieb des Zapfens geschieht bei *x* in der Mitte desselben durch Riemen *r*, der Zapfen selbst ist hohl gedreht, auf einer Seite mit federnder Stahlplatte *f* hermetisch verschlossen und mit Schwefelätherdämpfen angefüllt, deren Expansion durch die Wärme im Durchschnitt in den hier in Frage kommenden Mengen das zehnfache der atmosphärischen Luft beträgt.

Wird nun der Zapfen durch seine Rotation und die Wärmeabgabe der Schmiermaterialschicht erwärmt, so theilt sich die

Fig. 271.

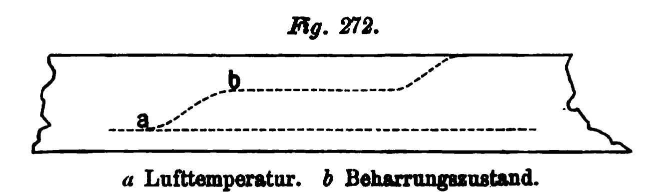


entwickelte Wärme den im Innern desselben befindlichen Dämpfen mit, diese bewirken ein Auswärtsfedern der Federplatte *f*, deren Bewegungen auf einen Schreibstift *t* mit der erforderlichen Uebersetzung übertragen werden und dessen verschiedene Stellungen daher verschiedenen Temperaturen des Zapfens und der Oelschicht entsprechen. Vor diesem Stift *t* vorüber bewegt sich concentrisch ein Papierband *p*. Die Bewegung desselben geschieht durch Räder und Schrauben vom Zapfen bei *o* — Fig. 263 — aus, so dass einer bestimmten Umdrehungszahl desselben stets eine gewisse Länge des abgewickelten Papierstreifens entspricht. Die Verhältnisse sind dabei derart gewählt, dass das Papierband nur 3,75 Mm. pro Minute fortschreitet, wenn der Zapfen 250 Umdrehungen pro Minute macht.

Damit der Stift indessen ohne Widerstände auf das Papier seine Stellungen markiren kann, ist die Einrichtung getroffen — Fig. 270, 271 —, dass das Papierband nur jede 15. Secunde

einmal leicht gegen den Stift gedrückt wird, um ihn darauf sofort wieder loszulassen, so dass er seine Stelle aufs Neue wieder verändern kann, ohne hemmend auf die freie Beweglichkeit der Federplatte *f* zurück zu wirken. Der Mechanismus des Schreibstiftes ist ausserdem derart angeordnet, dass sich die Spitze des Stiftes geradlinig und parallel der Fläche des Papierbandes fortbewegt. Während sich nun dieses Papierband, sobald der Zapfen in Drehung versetzt worden ist, in Richtung seiner Länge fortbewegt, verändert der Stift nach Maassgabe der im Zapfen erzeugten Wärme seine Stellung rechtwinklig zur Bewegungsrichtung des Papierbandes, die innerhalb je 15 Secunden erfolgenden Markirungen der Lage des Stiftes bilden sodann Punkte einer Curve, welche ein allgemeines Bild — Fig. 272 — der Wärmeentwicklung in der Oelschicht, im Lager und im Zapfen, in Bezug auf den Weg des Papierstreifens, also der Umdrehungszahl des Zapfens giebt.

Fig. 272.



a Lufttemperatur. *b* Beharrungszustand.

Die vom Schreibstift aufgetragene Curve bildet sehr bald eine gerade Linie, welche parallel der Bewegungsrichtung des Papierbandes läuft, denn die Temperatur des Zapfens bleibt sehr bald nach Beginn seiner Rotation constant, — dann nämlich, wenn die Wirkung der Abkühlung der umgebenden Luft ebenso gross ist, als die der nur geringen Wärmeentwicklung in der noch frischen Schmierschicht.

Dieser Zustand ist passend der „Beharrungszustand“ zu nennen.

Die Entfernung der diesen Zustand bezeichnenden Geraden von der der Lufttemperatur entsprechenden Geraden giebt der Apparat für verschiedene Sorten von Schmiermaterial stets verschieden, für dieselbe Sorte aber genau gleich an. Die so entstandene Curve hat die Gestalt wie in Fig. 272 angegeben.

Lässt man nun den Zapfen genügend lange Zeit rotiren, so wird das auf demselben noch haftende Material immer aufs Neue der Stelle zwischen Zapfen und Lager zugeführt und wiederholt der Wirkung der dort entstehenden Arbeit ausgesetzt. Da die Quantität des Schmiermaterials aber unverändert bleibt, so summiren sich die Wirkungen dieser Arbeiten, die Temperatur des Zapfens bleibt nicht mehr constant, sondern steigt im Verhältniss zu den inneren Arbeitswiderständen des Schmiermateriales selbst. Die Curve nimmt sodann in ihrem weiteren Verlauf daher die Richtung nach aufwärts an, wie punktirt angedeutet ist.

Je schneller das Schmiermaterial seinen normalen Zustand ändert, je mehr Widerstandswärme es in der Zeiteinheit entwickelt, je mehr es verbraucht wird, desto schneller steigt die Curve aufwärts.

Aus dem vorher erläuterten mechanischen Zusammenhange des Apparates geht nun hervor, dass die Abscissen der einzelnen Punkte dieser Curve die Umdrehungen des Zapfens oder: somit auch den, vom Schwerpunkte der zwischen Lager und Zapfen befindlichen Schmiermaterialschicht zurückgelegten Weg darstellen, während die Ordinaten der Zustandsänderungen der Schicht, ihre Erwärmung, die Grösse ihrer schädlichen inneren Widerstände nach Wärmemengen in entsprechenden Längen der Ordinaten zum Ausdruck bringen.

Man hat also in der Curve ein Bild der Beziehungen zwischen Weg und Widerstand innerhalb ein und desselben Zeitabschnittes und giebt das Product beider somit die Grösse derjenigen Widerstandsarbeit an, welche das Schmiermaterial in sich selbst durch die Beanspruchung zwischen Zapfen und Lager entwickelt hat.

Dieses Product wird unmittelbar durch diejenige Fläche dargestellt, welche von der Curve selbst und der durch den Anfangspunkt derselben gehenden Abscisse, die Lufttemperaturlinie begrenzt wird.

Bei verschiedenen Schmiermaterialien sind also die inneren Widerstandsarbeiten unter sonst gleichen Umständen diesen Flächenräumen proportional, ihre mechanische Dauerhaftigkeit also diesem umgekehrt proportional.

Es ist auf diese Weise möglich, die mechanische Wirkung eines Schmiermaterials im Vergleich zu einem anderen durch einen bestimmten Zahlenwerth auszudrücken und ist damit die sub 2 — Seite 936 — gestellte Frage zu beantworten ebenfalls möglich.

Der Grösse des Winkelausschlages, welcher am Pendelbügel *f* ermittelt wurde, ist ebenfalls umgekehrt proportional die Fähigkeit des Schmiermateriales die Reibung der auf einander arbeitenden Flächen zu vermindern. Man kann daher die relativen Gesammtwerthe verschiedener Schmiermaterialien direct durch die Grösse der Parallelepipoden von gleichen Grundflächen ausdrücken oder darstellen, deren Volumina gleich den Producten aus den durch die Curve begrenzten Flächenräumen in die Grösse der Sinus der Winkelausschläge sind, und geben sodann die Höhenverhältnisse dieser Parallelepipoden das directe Güteverhältniss der verschiedenen Materialien in Bezug auf alle Gesichtspunkte gleichzeitig unmittelbar an. Auf Grund der mit dem Pendelbügel und mit dem Zapfen erhaltenen Beobachtungsresultate kann ohne Weiteres unter Berücksichtigung der speciellen Bedingungen, welche die jeweilige Verwendung des Schmiermateriales stellt, nicht allein die Wahl desselben vollkommen zweckentsprechend vorgenommen, sondern auch der ökonomische Werth desselben unmittelbar beurtheilt werden. Erweist sich z. B. ein Schmiermaterial vom Einheitspreise I durch den Versuch ad 2 schon allein doppelt so dauerhaft, wie ein solches vom Einheitspreise II, so sind dieselben ökonomisch gleichwerthig.

Würde man zwischen beiden zu wählen haben und in Bezug auf etwa sonstige Rücksichten auch wählen können, so würde man nur noch durch die Resultate der Versuche ad 1 geleitet werden, also dasjenige der beiden Schmiermaterialien zur Verwendung bestimmen, welches am Pendelbügel den geringsten Winkelausschlag ergeben hat.

Die Anwendung dieser Methode bietet den grossen Vortheil, innerhalb ganz kurzer Zeit — der Versuch dauert etwa eine Stunde — nicht allein Entscheidung über den Werth von

beliebigen Schmiermaterialien treffen zu können, sondern auch mit Leichtigkeit Lieferungen, welche vorher abgegebenen Proben dauernd entsprochen haben, mit diesen zu vergleichen und dadurch die sichere, und wenn erforderlich, ununterbrochene Controle über die Qualität des Gelieferten, noch bevor dasselbe in Gebrauch genommen wird, ausüben zu können. Das bei Zuschlag der Lieferung übergebene Probequantum bildet in seiner Qualität in solchen Fällen die Norm.

Im Allgemeinen sind, wie durch die Praxis hinlänglich bekannt, Olivenöl und reines Rüböl sehr dauerhafte Schmiermaterialien und weil sie naturgemäss stets in gleicher Qualität erzeugt werden, ist ihr Verhalten im Apparate zweckmässig als Normale zur Vergleichung und Beurtheilung anderer Materialien zu Grunde zu legen.

Schliesslich muss noch auf einen besonderen Vortheil der Methode hingewiesen werden, welchen sie namentlich den anfangs erwähnten, gewöhnlich in der Praxis geübten Versuchsmethoden gegenüber hat, welche z. B. durch längeres Laufenlassen von fortwährend gespeisten Lagern die Dauerhaftigkeit eines Schmiermateriales erproben wollen.

Dieser Vortheil liegt darin, dass sie die Dauerhaftigkeit des Materials gerade unter den ungünstigsten Bedingungen zu beobachten erlaubt, welche auch die Praxis überhaupt stellt, indem diese ungünstigen Bedingungen künstlich dadurch hervorgerufen werden, dass nur eine sehr kleine Quantität des Materials auf dem Zapfen arbeitet, welches sich also sehr bald verarbeitet und denjenigen Zustand des Schmiermechanismus herbeiführen muss, welcher die grösste Gefahr für seine Functionsfähigkeit auch gerade in der Praxis einschliesst.

Selbst weniger dauerhafte Schmiermaterialien werden, wenn reichlich verwendet, bei ununterbrochener Schmierung diese Gefahr abhalten, aber versagen, sobald sie unter den ungünstigsten Bedingungen bei Mangel des Schmiermaterials beansprucht werden.

---

3. **Die Schmieröle und Schmierfette.**

Das älteste und billigste Schmiermittel, wenn auch nicht im eigentlichsten Sinne, war Wasser, dasselbe musste aber durch die bei der Reibung eintretende Erwärmung und Verdampfung fortwährend ergänzt werden, resp. es musste stets in reichlichem Maasse Wasser zufliessen. Die Fortschritte der Mechanik erforderten andere Materialien. Seit früher Zeit ist „das Wasserblei = Graphit, Plumbago" in Anwendung gekommen, erst später Oele.

Vor dem Dampfmaschinenbetriebe spielten die Schmiermittel eine untergeordnete Rolle, wie aus dem geschichtlichen Ueberblick des 2. Abschnittes dieses Kapitels ersichtlich. Die zur Schmierung genommenen Materialien sind selbst bei Morin nur Oel, Seife, Schweinefett. Die Frage nach einem guten resp. nach den besten Schmiermitteln für Maschinen ist erst mit den Fortschritten der Industrie und mechanischen Künste und namentlich erst seit dem Aufschwunge der Eisenbahnindustrie und der Ausbreitung des Eisenbahnnetzes auf die Tagesordnung gekommen. Sie beschäftigt weniger die Wissenschaft als die Praxis, obgleich die erstere in der jüngsten Zeit zu der Erklärung der günstigen oder ungünstigen Resultate in schätzenswerther Weise beigetragen hat, wie sich ja auch schon aus dem vorhergehenden Abschnitte ergiebt.

Zum Schmieren der ersten Locomotiven und Eisenbahnwagen sind zumeist feste Schmiermittel angewendet, dargestellt aus Talg und Fischthran oder Rüböl, welchen Gemischen zuweilen Schwefel in der Absicht zugesetzt wurde, dass letzterer eine kühlende Wirkung auf die reibenden Theile ausüben sollte.

1835 führte Booth eine **Patent-Palmölschmiere** ein, welche aus Talg, Palmöl, Soda und Wasser bestand, fast 10 Jahre ausschliesslich auf allen englischen Bahnen benutzt wurde und zum Theil jetzt noch Anwendung findet.

Ebenso wurde in der ersten Zeit beim Eisenbahnbetriebe auf dem Continente die Palmölschmiere namentlich auf den französischen und belgischen Bahnen verwendet, während man in Deutschland und Oestreich eine ähnliche Schmiere — **Starr-**

schmiere — gebrauchte, worin das Palmöl zum Theil oder ganz durch Fischthran oder Rüböl ersetzt wurde. Es bildete sich auch frühzeitig ein Schwindel mit Schmiermitteln aus, die als **Antifrictionsschmiere**, **Patentstarrschmiere** und allen möglichen Namen in den Handel kamen, dazu wurden die verschiedensten Fette: Pferdefett, Abfallfett, Knochen- und Klauenfett etc. genommen, die Fette zum Theil mit Soda oder Potasche verseift und mit Bleioxyd, Talkstein oder Graphit versetzt; die Hauptsache aber war, so viel als möglich Wasser unterzumischen, um eine recht billige Concurrenzwaare in den Handel zu bringen, denn die Eisenbahnverwaltungen jener Zeit beschäftigten sich nur mit der ökonomischen Frage und berücksichtigten nicht die Güte, die reibungs-vermindernde Kraft des Schmiermateriales. Auf Betriebsstörungen durch heisslaufende Lager und die daraus erwachsenden Reparaturkosten wurde kein Gewicht gelegt.

Fast allgemein wurde in den 50er Jahren das Rüböl oder Baumöl eingeführt, sofort hatte die Concurrenz nichts Eiligeres zu thun, als unter allen möglichen Namen, wie **Patentaxenöl**, **Cohäsionsöl** etc., Oelgemische mit Harzöl und Theerölen, deren Industrie zu dieser Zeit begann, in den Handel zu bringen oder Rüböl zu verfälschen.

In Amerika wurden seit Beginn des Eisenbahnbetriebes Fischthrane zu Axenschmieren und namentlich das Walratöl zum Locomotiveschmieren verwendet, nur wenn der Preis des letzteren zu hoch stieg, wurden Pflanzenöle, wie Rüböl, genommen und bei Preisverminderung sofort wieder zum Gebrauch des Walratöles zurückgekehrt.

1851 wurde nachweislich das erste Mineralöl im Eisenbahnbetriebe verwendet, es war **Noblée's Kohlenschmieröl**, welches als Nebenproduct bei der trocknen Destillation der Candlekohle zur Darstellung des Leuchtgases gewonnen wurde. Es wird beschrieben als bei schwach violetter Färbung klar und durchsichtig; gerinnt mit Schwefelsäure gemischt und verdickt sich unter Entwicklung von Dämpfen zu einer braunen harzigen Flüssigkeit. Obgleich das Oel sich als Wagenschmiere eignete, so wurde es doch nicht benutzt, weil der Verbrauch zu bedeutend, mehr als das doppelte von Rüböl war.

Erst in den sechziger Jahren, nach dem Erschliessen der Petroleumquellen Pennsylvaniens und der Darstellung von dickflüssigen Oelen aus den Kerosenrückständen begann man grössere Versuche mit den sogenannten Mineralölen anzustellen und wurden solche von Waltjen in Bremen — Seite 912 — eingeführt. Die Gewohnheit mit Starrschmiere zu arbeiten, der geringe Verbrauch an Starrschmiere selbst, setzten der Einführung der Mineralschmieröle sehr viele Schwierigkeiten entgegen. Dazu kam, dass die Mineralschmieröle schon bei 50—60° C. sich auf den Axen sehr schnell verflüchtigten und dadurch einen grösseren Verbrauch als bei vegetabilischen Oelen ergaben, auch durch die bei der Reibung entstehende Wärme sehr dünnflüssig wurden und verspritzten und endlich eigene Arbeiter als Schmierer erforderten. Trotzdem die Industrie die Uebelstände der Mineralschmieröle durch Vermischen von pflanzlichen und thierischen Fetten und Oelen zu mildern suchte, Mineralschmieröle von stets gleicher Consistenz und gleicher Zähflüssigkeit bei höheren Temperaturen in den Handel brachte, so ist doch noch bis auf die heutige Zeit ein gewisses Misstrauen gegen die Mineralöle vorhanden, und selbst amerikanische Bahnen geben dem Walratöl den Vorzug vor dem Mineralöle.

In Deutschland kamen dieselben überhaupt erst in den siebziger Jahren in Anwendung. Frankreich, welches selbst viele vegetabilische Oele producirt, deren Schmierfähigkeit unbestreitbar ist, hat erst seit der Weltausstellung 1878 angefangen, von den Mineralölen Gebrauch zu machen.

Anfangs stellte man die Anforderungen, dass ein Wagen, dessen Lager in den Werkstätten einmal mit frischer Schmiere gefüllt war, einen Weg von 2000, 2500, ja selbst bis zu 3000 Meilen zurücklegen sollte, ohne einer Nachschmierung zu bedürfen. In Anbetracht der Unmöglichkeit der Erfüllung dieser Forderung wurde diese gelassen, das Nachschmieren durch angestellte Schmierer in gewissen Zeiträumen auch bei Rüböl etc. angeordnet und ist jetzt auf fast allen Bahnen eingeführt. Gegenwärtig werden auf den zu den deutschen Eisenbahnverwaltungen gehörigen Bahnen die Lastwagen durchaus mit Mineralöl, die Personen-, Post- und Gepäckwagen zum Theil mit Mineralöl,

zum Theil mit Rüböl geschmiert, jedoch werden auch Mischungen beider Oele angewendet.

Nicht in dem gleichen Umfange wie zur Schmierung der Eisenbahnwagen ist das Mineralöl zum Schmieren der Locomotiven und Dampfmaschinen in Verwendung gekommen; die Versuche, welche damit in den sechziger Jahren gemacht wurden, waren ohne Erfolg. Die Preise der Mineralöle waren nur wenig niedriger, als die Normalpreise für Rüböl, und so konnte das Mineralöl zum Maschinenschmieren keinen Vortheil bieten, zumal das Mineralöl bei Maschinen mit höheren Dampfspannungen, also insbesondere bei Locomotiven, nur zum Schmieren der kalten Maschinentheile, nicht aber zum Schmieren der Kolben und Schieber verwendet werden konnte, indem es der hohen Temperatur der Cylinder- und Schiebergleitflächen nicht genügenden Widerstand leistete und man war deshalb gezwungen, für die letzteren Bestandtheile das widerstandsfähigere Rüböl beizubehalten. Ferner kam dazu, dass der Verbrauch ein grösserer war und den Vortheil des billigeren Preises ausglich. Erst als zu Anfang dieses Jahrzehnts der Preis des Rüböles eine ungewöhnliche Höhe erreichte, die Preise der Mineralöle durch amerikanische und russische Zufuhren immermehr herabgingen und eine weitere Preisverminderung noch in Aussicht stand, wurde dem Mineralöle auch nach dieser Richtung hin eine grössere Aufmerksamkeit geschenkt und es hat wohl den Anschein, dass sich die Mineralöle als Schmiermittel für Maschinen dauernd behaupten werden.

In neuerer Zeit werden die Mineralöle auch zum Schmieren der Kolben und Schieber von stationären Dampfmaschinen benutzt und hat ihnen sogar, selbst bei höheren Preisen den Vorzug vor dem Rüböle eingeräumt, weil das Rüböl, wie beobachtet, unter dem Einflusse hochgespannter Dämpfe eine Zersetzung erleidet und die sich bildende freie Oelsäure die Gleitfläche der Cylinder angreift.

Der gleiche Fall tritt in noch stärkerem Maasse beim Gebrauch von Olivenöl ein.

Es muss hier aber noch besonders hervorgehoben werden, wie ja auch aus dem Folgenden hervorgeht, dass die Ansichten

über den Werth und Nichtwerth eines Schmiermittels, zumal bei den verschiedenen Anforderungen, noch so getheilt und widersprechend sind, dass Klarheit nicht hinein zubringen ist und daher nur Versuchsresultate mitgetheilt werden können.

Die Schmierfette, welche die nicht trocknenden Pflanzenöle und Thierfette, die Mineralöle und Harzöle umfassen, werden nach ihrer Consistenz in flüssige, halbstarre und feste Schmiermittel oder auch in einfache oder zusammengesetzte Schmiermittel eingetheilt, wozu die Wagenschmieren, Tovote's Schmieröle gehören. In Betreff der vegetabilischen und animalischen Fette und Oele muss auf Schaedler's Technologie der Fette und Oele des Thier- und Pflanzenreichs verwiesen werden, hier sind nur kurz zu erwähnen:

Rüböl, das Hauptölmaterial Norddeutschlands, wird aus den Samen der verschiedenen **Kohl- — Brassicaarten** geschlagen. Es wird sowohl das rohe Oel nach gehörigem Lagern, als auch das mit Schwefelsäure gereinigte, das raffinirte Oel, zum Schmieren benutzt. Vielfältig wird dem rohen Oele wegen der etwas grösseren Schmierfähigkeit und der Neutralität der Vorzug gegeben, während die raffinirten Oele meist noch Spuren von Schwefelsäure oder die Fremy'schen Verbindungen — Stearin-, Palmitin- und Glycerinschwefelsäure enthalten, welche die Metalle angreifen. Die Hoffnungen, welche auf das mit Schwefelkohlenstoff extrahirte Rüböl gesetzt wurden, haben sich nicht erfüllt, denn das Oel war harzhaltiger, weil aus den braunen Samenschalen nicht unbedeutende Mengen harzartiger braungefärbter Stoffe ausgezogen wurden.

Im Volksmunde ist das Rapsöl fetter als das Rüböl und bezieht sich diese Bezeichnung nur auf das Dickflüssigersein des Oeles.

Rapsöl, roh, spec. Gew. = 0,9154, raffinirt = 0,9132 bei 15° C.
Rüböl, „ „ „ = 0,9150, „ = 0,9127 „ 15° „

Baumöl oder **grünes Olivenöl**, das Oel aus dem Fruchtfleische von **Olea europaea** L. hat eine sehr gute Schmierfähigkeit, ist aber meist durch freie Oelsäure sauer. Specifisches Gewicht = 0,916 bei 15° C.

Verfälscht wird das Rüböl und Baumöl sehr häufig mit **Baumwollensamenöl** von verschiedenen **Gossypiumarten.**

Klauenfette, wie Ochsenklauenöl, ist für Spindeln etc. als das beste flüssige Schmieröl zu betrachten. Dasselbe enthält nur Spuren von freier Oelsäure, oxydirt an der Luft sehr langsam und ist bei — 5° C. noch flüssig. Specifisches Gewicht bei 15° C. = 0,914.

Fischthrane, namentlich aber die **Walthrane** — Whale oils, Sperm oils — als **Meerschweinthran** von **Delphinus phocoena** Linn. und **Pottwalthran, Phyceter macrocephalus** Linn. Diese Thrane sind frisch indifferent und blassgelb, nehmen aber an der Luft saure Eigenschaften an und dunkeln nach. Das specifische Gewicht ist bei 15° C. = 0,920—0,925. Diese Thrane erstarren erst unter — 6° C.

Von den festen Fetten nach **Schweinefett** sind **Knochenfett** und **Rindertalg** zu erwähnen.

Je nach Gebrauch werden nun Mischungen aus Rüböl mit Paraffinöl — **Vulcanöl** —, Rüböl mit Klauenfett, Harzöl mit Fischthran, Harzöl mit Mineralöl zusammengestellt oder es werden zu **Maschinenschmieren** Kammfett, Baumöl und Seife oder Kammfett, Thran und Talg oder Talg und Paraffinöl zusammengeschmolzen und den Gemischen zuweilen noch Graphit zugesetzt. Zu Schmieren für Eisenbahnaxen werden die Palmölschmieren — Seite 947 —, bestehend aus Talg, Palmöl, Walratöl, Soda und Wasser und zwar werden für den Sommer andere Mischungsverhältnisse genommen als für den Winter. Endlich sind noch die **Wagenschmieren** — **Wagenfette** — zu berücksichtigen, ihre Grundlage ist Theer, Harz und Harzöl mit Kalk — Seite 869 — und werden zu ersteren Gemischen dann noch weitere Zusätze von Paraffinöl etc. gemacht.

Zu den Wagenschmieren wird auch der sogenannte „Rüböltrub", Rübölsatz verwendet, es ist der bei der Raffinirung des Rüböles mit Schwefelsäure sich bildende Satz, derselbe muss aber vor seiner Anwendung zu Schmieren durch wiederholtes Kochen mit Wasser vollständig entsäuert sein.

Unter welchen verschiedenen Namen die Mineralöle als Schmieröle in den Handel kommen, ist bereits — Seite 614 — angeführt und könnte die Zahl noch vermehrt werden, da viele Mineralölhändler im Erdenken neuer Namen beim Anpreisen ihrer Oele gross sind; obgleich die Oele für bestimmte Zwecke in Betreff ihrer Zähflüssigkeit nur wenig schwanken und sich durch ihre Fähigkeit zu schmieren nur wenig unterscheiden. Auch die Zahl der Patententnehmer für neue Schmieren ist gross, ohne irgend welche Fortschritte zu zeitigen, so ist erst neuerdings unter dem Namen „**Bakunin**" ein Schmiermittel patentirt, welches aus Erdöl und Ricinusöl dargestellt wird, das Gemisch beider soll mit Schwefelsäure behandelt, dann mit Wasser gewaschen und endlich neutralisirt werden — ? —.

Nur ein Fortschritt ist gemacht worden, er betrifft die sog. **consistenten Mineralöle**, wozu die Tovote-, Kiefer-Wirth-schen etc. Schmierfette gehören; sie haben nichts gemein mit den **Vaselinen**, **Weichparaffinen** oder der **Petroleumgallerte** — Seite 621 —, sondern bestehen aus einer Mischung — Aufquellung — von ölsauren Erdverbindungen, wie Thonerde, Kalk, Magnesia in einem Mineralöle. Der Schmieröl-Fabrikant kann dann nach seinem Belieben für die verschiedenen Schmierzwecke die Consistenz einrichten. Eine Mischung, denn eine wirkliche Lösung ist es nicht, bestehend aus 1 Theil ölsaurer Thonerde in 10 Theilen Mineralöl ist auch unter dem Namen **Mineralölgelatine**, **Schmiergelatine**, **flüssige Gelatine** im Handel und dient zum weiteren Verdicken von Mineralölen. Die betreffenden Oleate werden dargestellt durch Fällen von Aluminium- oder Magnesiumsulphat oder Chlorcalciumlösungen mit Elainseifelösung.

Diese consistenten Maschinenfette haben den Vortheil, dass sie vom Temperaturwechsel wenig oder garnicht beeinflusst werden.

Von grosser Wichtigkeit ist es, die Reibungscoëfficienten der verschiedenen Oele zu wissen.

Rühlmann hält die von Kirchweger mit seinem Apparate — Seite 912 — festgestellten Reibungscoëfficienten noch für die brauchbarsten, die Zahl der Versuchsöle ist nur gering.

Kirchweger's Reibungscoëfficienten für Schmiermittel.

Wagenaxe, Gussstahl, Schenkeldurchmesser = 7 Cm., Schenkellänge 14,5 Cm., Lager aus Hartblei, Auflagerfläche 14,3 Cm., Zahl der Umdrehungen pro Minute = 180.

Schmiermaterial	Belastung = 2035 Kilo pro □ Cm. = 136 Kilo		3035 Kilo 203 Kilo		4035 Kilo 270 Kilo		Mittelzahlen aus sämmtlichen Coëfficienten einer Horizontalreihe
	Reibungscoëfficienten						
	Grösster und kleinster	Mittel aus 6 Versuchen	Grösster und kleinster	Mittel aus 6 Versuchen	Grösster und kleinster	Mittel aus 6 Versuchen	
Rüböl	0,0112 0,0099	0,0103	0,0109 0,0094	0,0100	0,0093 0,0084	0,0087	0,0097
Baumöl . . .	0,0109 0,0090	0,0096	0,0111 0,0106	0,0109	0,0112 0,0099	0,0105	0,0103
Talg	0,0130 0,0102	0,0115	0,0098 0,0086	0,0094	0,0105 0,0079	0,0095	0,0101
Palmölschmiere . .	0,0113 0,0103	0,0107	0,0109 0,0090	0,0097	0,0101 0,0077	0,0086	0,0097

Professor Thurston fand mit seinem Apparate — Seite 913 u. f. — bei Schmierung mit Schmiermitteln organischen und fossilen Ursprungs bei einem stufenweisen Drucke von 1,758 bis 19,335 Kilogramm per Quadratcentimeter folgende Zahlen:

I. Thurston's Reibungscoëfficienten für Schmiermittel.

Stahlzapfen in Bronzelagern.

Schmiermittel	Druck pro Quadratcentimeter-Oberfläche in Kilogramm				
	1,758	10,546	14,062	17,777	19,335
	Reibungscoëfficient				
Walratöl, Sperm oil	0,041	0,0090	0,0096	0,0095	0,0091
Talgöl, Tallow oil	0,056	0,0136	0,0127	0,0110	0,0090
Mineralöl von West-Virginien	0,056	0,0120	0,0095	0,0081	0,0100

Zapfen von Stahl und Gusslager. Druck 3,515—70,310 Kilogr. Geschwindigkeit 0,750 M. per Secunde.

Druck per Quadratcentimeter	Walratöl	Talgöl	Virginisches Mineralöl
3,515 Kgr.	0,013 Kgr.	0,0200 Kgr.	0,203 Kgr.
7,031 „	0,008 „	0,0157 „	0,150 „
17,577 „	0,005 „	0,0085 „	0,009 „
36,154 „	0,005 „	0,00525 „	0,0052 „
52,732 „	0,0043 „	0,0066 „	0,0050 „
70,310 „	0,009 „	0,0125 „	0,0100 „

Thurston stellte später noch mit einer grösseren Reihe von Oelen Versuche an und gelangte dabei zu Resultaten, wie sie in nebenstehender Tabelle angegeben sind. Bemerkt sei noch, dass der Versuchsschenkel einen Durchmesser von 31 Mm. und eine Länge von 38 Mm. hatte.

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass mit einzelnen Ausnahmen, welche auf Zufälligkeiten zurückzuführen sind, die Reibungscoëfficienten bei grösseren Pressungen kleiner werden, ferner dass die Reibungscoëfficienten bei den verschiedenen Oelgattungen um mehr als 50 Procent, in den extremsten Fällen bei der höchsten Pressung sogar um mehr als 100 Procent differiren.

II. Thurston's Reibungscoëfficienten für Schmiermittel.

Pressung in	8 Pfd. engl. per □″ 0,56 Kilo per □Cm.		16 Pfd. engl. per □″ 1,12 Kilo per □Cm.		32 Pfd. engl. per □″ 2,24 Kilo per □Cm.		48 Pfd. engl. per □″ 3,36 Kilo per □Cm.	
Name des Schmieröles	durchschn.	minimaler	durchschn.	minimaler	durchschn.	minimaler	durchschn.	minimaler
	Reibungscoëfficient							
Walratöl, Sperm oil	0,1721	0,1330	0,1627	0,1083	0,1020	0,0833	0,1180	0,1020
Walöl, Wale oil	0,1866	0,1333	0,1383	0,0916	0,1109	0,0874	0,0881	0,0777
Lard oil	0,2386	0,1666	0,1575	0,1166	0,1405	0,1000	0,1005	0,0750
Olivenöl	0,1668	0,1333	0,1575	0,1000	0,1681	0,1000	0,0930	0,0555
Rüböl	0,1817	0,1333	0,1567	0,1250	0,1187	0,0833	0,1063	0,0722
Mineral Sperm oil	0,1875	0,1333	0,1604	0,1416	0,0861	0,0791	0,0944	0,0944
Lubricating oil, weiss	0,1537	0,1500	0,1583	0,1500	0,1277	0,1125	0,1277	0,1277
„ „ ungebleicht	0,2550	0,1500	0,2067	0,1500	0,1275	0,1250	0,1555	0,1444
Paraffinöl	0,2607	0,2000	0,1777	0,1333	0,1343	0,1125	0,2222	0,2222
Baumwollensamenöl	0,2156	0,1577	0,1757	0,1250	0,1444	0,1083	0,0996	0,0694
Palmöl	0,2826	0,1666	0,2041	0,1250	0,1016	0,0584	0,1013	0,0666
Leinöl	0,1598	0,1333	0,1215	0,0833	0,1347	0,0750	0,0962	0,0609
Kokosnussöl	0,1750	0,1333	0,1066	0,916	0,1062	0,0791	0,0794	0,0611
Fischthran	0,2475	0,1500	0,1488	0,1250	0,1016	0,0666	0,0805	0,0661
Knochenöl	0,1746	0,1500	0,1254	0,1000	0,1198	0,0791	0,1159	0,1000

Ortolan untersuchte mit dem Thurston'schen Reibungsmesser mit Selbstregistrirung — Seite 919 — eine Reihe von Oelen mit besonderer Rücksichtnahme auf den Werth der Reibungsverminderung bei gleicher Temperatur, Geschwindigkeit und Druck und hat nachstehende Zahlen gefunden: (Bei Oelmischungen sind keine Mengenverhältnisse.)

Olivenöl von Aix, ohne Säuregehalt	1,00
Olivenöl gemischt mit Schweinefett	0,96
Rüböl gemischt mit animalischen Oelen	0,94
Valvoline — amerik. Oel — gemischt mit vegetabilischen Oelen, spec. Gew. 0,918	0,94
Mineralöl — Moir & Krane — spec. Gew. = 0,909 . .	0,93
Oleonaphta, Ragosine, spec. Gew. = 0,912	0,93
„ „ „ „ = 0,905	0,92
Olivenöl gemischt mit Klauenfett	0,92
Reines Malagaöl, säurehaltig	0,89
Valvoline, spec. Gew. 0,919	0,89
Amerikanisches Mineralöl, spec. Gew. 0,914	0,88

Mit dem von F. Lux verbesserten Thurston'schen Reibungsmesser — Seite 920 — sind von Frese, Borchers und F. Fischer mit verschiedenen Oelen Prüfungen vorgenommen.

Bei den in folgender Tabelle — Seite 959 — zusammengestellten Versuchen wurde jedesmal genau 0,18 Cubikcm. Oel auf den Zapfen gebracht, der Zapfendruck auf 1 Quadratzoll betrug 48 Pfund engl. = 3,375 Kilo auf 1 Quadratcentimeter; der Gesammtdruck 105 Pfund, die Anfangstemperatur 55 bis 93° F. = 12,8 bis 33,9° C.

Bei 1800—2100 Umdrehungen stellte sich das deutsche Mineralöl (von Oedese) noch günstiger gegen die übrigen Oele, während das feine Uhrenöl — Knochenöl — dann wesentlich zurücktrat. Es geht aus diesen Versuchen nach Frese etc. ferner hervor, dass gutes Mineralöl den Zapfen kühler hält und die Reibung besser und anhaltender vermindert als Baumöl und Rüböl.

J. Lamansky führte im Auftrage der russischen technischen Gesellschaft 1884 sehr umfassende Versuche mit dem

Frese, Borchers & F. Fischer's Reibungscoëfficienten für Schmieröle.

Untersuchtes Oel	Versuchsdauer in Minuten	Umdrehungen		Zeigerausschlag			Temperatur nach Fahrenheit			Reibungscoëfficient *
		Gesammt	für eine Minute	Geringster	Grösster	Mittel	Anfangs	Ende	Mittlere Zunahme	
Rohöl (dtsch. Schmieröl von Oedese)	15	8180	545,3	9,3	13,2	10,44	87°	124°	2,47	—
	15	7970	531,3	8,5	13,0	10,86	87°	117°	2,00	0,100
	12	8010	667,5	9,67	11,3	10,2	93°	127°	2,83	—
Valvoline (amerikanisches Schmieröl)	20	10180	559,0	10,0	12,7	10,76	90°	125°	1,75	0,103
	13	8150	626,9	9,4	14,8	10,92	90°	128°	2,92	—
Feinstes Knochenöl	15	8890	592,7	8,0	13,75	9,57	55°	104°	3,27	0,091
Baumöl (Provenceröl)	15	7530	502,0	9,5	13,00	10,79	84,0°	116°	2,13	0,103
Rüböl	17	9000	529,0	10,0	17,5	15,3	87,0°	135°	2,82	0,146

* Der Reibungscoëfficient ist der Quotient aus Zeigerausschlag durch Zapfendruck.

Napoli-Deprez'schen Apparate — Seite 923 — aus und wurden dazu Oele etc. von physicalischer und chemischer Beschaffenheit genommen, wie sie in folgender Tabelle angegeben ist.

Physicalische und chemische Beschaffenheit der Lamansky'schen Versuchsschmiermittel.

Bezeichnung der Schmiermittel	Spec. Gew. bei 15° C.	Spec.-Zähflüssigkeit bei 19° C.	Gehalt an Kohlenstoff %	Gehalt an Wasserstoff %	Entflammungspunkt ° C.	Entzündungspunkt ° C.
Cylinderöl, G.	0,917	191	86,27	12,71	227	274
Maschinenöl, Ia G.	0,914	102	86,03	12,92	213	260
Waggonöl, G.	0,914	80	86,43	12,71	148	182
Waggonöl, R.	0,911	70	86,45	12,76	157	187
Naphtarückstände, Nobel	0,910	55	86,96	12,82	134	162
Oleonaphta, O, R.	0,910	121	86,53	12,83	219	257
Waggonöl, O, G.	0,907	60	86,03	12,96	158	183
Maschinenöl, Ib G.	0,907	59	86,29	12,92	203	254
Oleonaphta 1, R.	0,904	66	86,55	12,99	201	242
Maschinenöl, 2, G.	0,898	20	86,53	13,09	171	201
Oleonaphta, 2, R.	0,894	20	86,49	13,05	184	222
Oleonid, 16, R.	0,884	28	86,19	13,62	185	217
Oleonid, 12, R.	0,881	24	86,20	13,53	187	214
Oleonid, bester Qual., R.	0,881	26	86,14	13,73	188	224
Baumöl	0,916	23	76,70	12,03	—	—
Olivenöl I	0,916	22	76,71	11,96	—	—
Olivenöl II	0,916	22	76,66	11,84	—	—
Walrat oils, Winter	0,879	9	79,16	12,95	—	—
Walrat oils, Sommer	0,875	8	79,43	12,63	—	—

Der allgemeine Gang der Lamansky'schen Untersuchungen bestand in Folgendem. Auf die sich drehende Platte des Apparates wurde eine bestimmte Menge des zu untersuchenden Oeles gegossen, gewöhnlich 30 Cubikcm., so dass 1 Cubikcm. auf 1 Quadratcm. der Reibungsfläche kam. Mit dem betreffenden Oele

wurden die Versuche im Verlaufe von 3—4 Stunden gemacht, wobei die Drehung der Platte immer gleich blieb, die Belastung sich aber von 5—33 Kilo auf 1 Quadratcm. änderte, oder bei ein und derselben Belastung wechselte die Umdrehungsgeschwindigkeit so, dass die Dauer einer Umdrehung 0,75; 0,50 und 0,35 Secunden betrug. Bei allen Versuchen dieser Art wurde nach je 625 Umdrehungen die Temperatur am Thermometer abgelesen, welches in die obere Platte eingestellt war und sich beständig in ein und derselben Entfernung von der Reibungsfläche befand. Ebenso wurden die Temperaturveränderungen des Arbeitsraumes während des Versuches beobachtet. Man war so im Stande, die Grenze der Belastung und der Geschwindigkeit für jedes der zu untersuchenden Oele zu bestimmen und dadurch festzustellen, welches Oel für diese oder jene Maschine mehr oder weniger tauglich sei.

Nachdem auf diese Art zuerst die Grenze der Belastung, welche das in bestimmter Menge genommene Oel aushalten kann, festgestellt war, wurde dasselbe folgendermaassen untersucht. Während 3—4 Stunden arbeitete das Oel bei ein und derselben Belastung und Geschwindigkeit und wurde bestimmt, inwieweit die Reibung in dieser Zeit dieselbe blieb und um wie viel die Temperatur der Reibungsfläche stieg. Durch einen solchen Versuch war man im Stande, die Beständigkeit der Schmieröle verschiedenen Ursprungs zu bestimmen.

In nachstehender Tabelle — I. Lamansky'sche, Seite 962 bis 967 — sind die Ziffern, welche durch die Versuche mit dem Apparate von Napoli & Deprez erhalten sind, zusammengestellt. Die Oele sind nach ihrer Zähigkeit geordnet. In der oberen Hälfte befinden sich die Oele organischen Ursprungs, in der unteren die Mineralöle. In der ersten Spalte sind die Bezeichnungen der Oele angegeben, unter welchen sie im Handel vorkommen. In der zweiten Spalte ist die specifische Zähflüssigkeit angegeben, welche bei 19° C. mit Hülfe des Lamansky'schen Apparates festgestellt wurde, welcher im Grunde genommen mit dem C. Engler'schen Viscosimeter — Seite 382 — übereinstimmt, nur höher ist.

I. Lamansky's Reibungscoëffi-

Benennung der Schmiermittel	Spec. Zähigkeit bei 19° C.	Spec. Gewicht bei 19° C.	Reibungs- 5 Kqc. Mittlere Reibung K.	Reibungs- 5 Kqc. Reibungs-coëfficient
I. Walratöl	8	0,879	0,104	0,0013
Huile vierge	23	0,916	0,245	0,0032
Huile vierge	—	—	0,209	0,0027
Rüböl, helles	22	0,915	0,340	0,0045
„ mechanisch gereinigt	22	0,915	0,517	0,0069
Ricinusöl, italienisches .	250	0,962	1,850	0,0246
II. Maschinenöl 2, G. . .	20	0,898	0,107	0,0014
Oleonaphta II, R. . . .	20	0,894	0,185	0,0024
Oleonid 12, R.	24	0,0081	0,574	0,0076
Mineralöl von Pastuchow .	55	0,910	0,948	0,0126
Oleonaphta I, R. . . .	66	0,904	1,303	0,0175
Maschinenöl 1, R. . . .	102	0,914	1,021	0,0136
Cylinderöl G.	191	0,917	1,864	0,0248

In der dritten Spalte findet sich die Dichtigkeit der Oele bei 15° C. und in den darauffolgenden Spalten für jede Belastung die folgenden Grössen bezeichnet:

1. Die Reibung (Mittelzahl) in Kilogramm.

cienten für Schmiermittel.

coëfficient bei der Belastung von Kilogramm pro □ Centimeter					
5 Kqc.		9 Kqc.			
Dauer des Versuches	Erhöhung der Temperatur	Mittlere Reibung K.	Reibungs-coëfficient	Dauer des Versuches	Erhöhung der Temperatur
6875 / 0,73″	16,0—16,3 / 14,5—15,5	—	—	—	—
19325 / 0,65″	18,4—21,8 / 18,5—20,0	0,504	0,0037	6875 / 0,71″	14,2—16,2 / 14,5—15,0
6875 / 0,77″	16,6—18,4 / 15,2—17,0	—	—	—	—
13750 / 0,69″	19,0—21,2 / 18,7—19,7	0,627	0,0046	17500 / 0,69″	18,2—21,2 / 17,5—19,0
13125 / 0,73″	16,4—18,4 / 15,5—16,2	1,250	0,0092	1250 / 0,63″	13,8—14,2 / 14,5—14,5
18750 / 0,75″	20,0—26,2 / 19,0—21,2	2,790	0,0206	18125 / 0,75″	20,4—28,8 / 19,0—21,2
13750 / 0,70″	19,6—21,2 / 19,0—20,0	0,281	0,0020	13750 / 0,76″	18,6—21,8 / 18,1—19,6
12500 / 0,72″	18,2—19,7 / 17,8—18,2	0,395	0,0029	18750 / 0,77″	18,4—23,2 / 19,5—21,0
6875 / 0,70″	17,6—17,8 / 13,4—15,2	0,804	0,0059	6875 / 0,72″	15,6—18,8 / 18,0—14,6
20000 / 0,70″	12,4—18,6 / 13,6—15,0	0,325	0,0097	1250 / 0,77″	14,8—15,3 / 15,2—15,4
16875 / 0,75″	11,8—16,3 / 10,5—13,5	—	—	—	—
10000 / 0,69″	24,8—22,8 / 18,6—18,0	2,563	0,0189	9375 / 0,75″	16,2—21,0 / 16,0—17,0
17500 / 0,77″	17,2—22,3 / 15,0—17,0	2,702	0,0200	13750 / 0,77″	17,4—24,2 / 17,6—17,0

2. Die Reibungscoëfficienten.
3. Die Versuchsdauer, die in Form eines Bruches bezeichnet ist, wobei der Zähler die Gesammtzahl der Umdrehungen, welche von der Platte im Verlaufe des Ver-

I. Lamansky's Reibungscoëffi-

Benennung der Schmiermittel	Spec. Zähigkeit bei 19° C.	Spec. Gewicht bei 19° C.	Reibungs- 15 Kqc. Mittlere Reibung K.	Reibungs- 15 Kqc. Reibungs-coëfficient
I. Walratöl	8	0,879	0,363	0,0016
Huile vierge	23	0,916	1,381	0,0060
Huile vierge	—	—	1,575	0,0070
Rüböl, helles	22	0,915	1,798	0,0079
„ mechanisch gereinigt	22	0,915	1,653	0,0073
Ricinusöl, italienisches .	250	0,962	—	—
II. Maschinenöl 2, G. . .	20	0,898	1,240	0,0055
Oleonaphta II, R. . . .	20	0,894	1,611	0,0070
Oleonid 12, R.	24	0,0081	1,622	0,0070
Mineralöl von Pastuchow .	55	0,910	1,325	0,0058
Oleonaphta I, R. . . .	66	0,904	2,172	0,0096
Maschinenöl 1, R. . . .	102	0,914	—	—
Cylinderöl G.	191	0,917	5,318	0,0236

suches gemacht werden, angiebt; der Nenner dagegen die Zahl einer Umdrehung in Hunderstel von Secunden und endlich

4. Das Ansteigen der Temperatur gleichfalls als Bruch,

cienten für Schmiermittel.

coëfficient bei der Belastung von Kilogramm pro □ Centimeter					
15 Kqc.		25 Kqc.			
Dauer des Versuches	Erhöhung der Temperatur	Mittlere Reibung K.	Reibungs-coëfficient	Dauer des Versuches	Erhöhung der Temperatur
6875 / 0,73″	13,2—16,2 / 14,0—15,2	—	—	—	—
6875 / 0,74″	16,6—18,6 / 15,2—15,2	—	—	—	—
10000 / 0,75″	15,2—18,2 / 12,5—14,0	—	—	—	—
18125 / 0,71″	18,5—24,9 / 18,5—20,2	—	—	—	—
8750 / 0,77″	19,0—23,0 / 19,5—18,0	2,175	0,0058	1280 / 0,81″	17,2—18,2 / 16,0—16,0
—	—	—	—	—	—
13750 / 0,69″	19,2—24,2 / 18,5—20,5	—	—	—	—
13750 / 0,70″	18,8—24,9 / 18,8—20,4	—	—	—	—
6875 / 0,77″	15,6—17,8 / 14,0—14,5	—	—	—	—
13750 / 0,73″	14,8—20,9 / 16,0—16,2	2,725	0,0072	13750 / 0,88″	15,4— /
16875 / 0,75″	13,2—20,1 / 12,0—13,5	3,542	0,0094	16250 / 0,75″	13,4—22,5 / 13,0—14,5
—	—	—	—	—	—
6875 / 0,78″	17,8—26,0 / 17,8—18,9	—	—	—	—

dessen Zähler die Temperaturveränderung, welche das in die obere Platte eingestellte Thermometer während des Versuches zeigte und dessen Nenner die Temperaturveränderung des umgebenden Raumes angiebt.

I. Lamansky's Reibungscoëffi-

Benennung der Schmiermittel	Spec. Zähigkeit bei 19° C.	Spec. Gewicht bei 19° C.	Reibungs- 5 Kqc. Mittlere Reibung K.	Reibungs- 5 Kqc. Reibungs-coëfficient
Erdölrückstände von Nobel	55	0,910	1,386	0,0180
Waggonöl 0, G.	60	0,907	1,207	0,0160
Waggonöl R.	70	0,911	1,009	0,0135

Benennung der Schmiermittel	Spec. Zähigkeit bei 19° C.	Spec. Gewicht bei 19° C.	Reibungs- 25 Kqc. Mittlere Reibung K.	Reibungs- 25 Kqc. Reibungs-coëfficient
Erdölrückstände v. Nobel*	55	0,910	3,322	0,0086
Waggonöl 0, G.	60	0,907	3,115	0,0083
Waggonöl R.	70	0,911	2,893	0,0074
* Bei Belastung von 33 Kqc.	—	—	4,368	0,0088

Die Versuche bestätigen, dass der Reibungscoëfficient von der Zähigkeit der Oele abhängt. Flüssige Oele, d. h. solche, deren Zähigkeit am geringsten ist, haben den kleinsten Reibungscoëfficienten, aber dieselben halten keine grossen Belastungen aus, d. h. sie können nicht zum Schmieren schwerer Maschinen benutzt werden. Dichtere, zähere Oele, wie z. B. unter den organischen Oelen das Ricinusöl und unter den Mineralölen das Cylinderöl G (Glück) zeigen bei verhältnissmässig geringer Be-

cienten für Schmiermittel.

coëfficient bei der Belastung von Kilogramm pro □ Centimeter					
5 Kqc.		15 Kqc.			
Dauer des Versuches	Erhöhung der Temperatur	Mittlere Reibung K.	Reibungscoëfficient	Dauer des Versuches	Erhöhung der Temperatur
18125 0,70″	14,4—19,6 14,0—16,0	2,446	0,0126	18750 0,75″	12,0—19,6 12,0—13,0
16875 0,75″	13,6—19,3 13,5—15,5	2,544	0,0113	12500	16,0—20,6 12,2—14,0
16875 0,75″	14,4—20,3 15,0—17,0	1,950	0,0087	18750 0,75″	12,0—19,8 12,5—15,0

coëfficient bei der Belastung von Kilogramm pro □ Centimeter					
25 Kqc.		29 Kqc.			
Dauer des Versuches	Erhöhung der Temperatur	Mittlere Reibung K.	Reibungscoëfficient	Dauer des Versuches	Erhöhung der Temperatur
13750 0,75″	13,6—20,6 12,5—14,7	3,527	0,0081	17500 0,74″	13,6—23,6 13,0—16,0
16875 0,74″	13,4—22,4 11,5—15,0	3,129	0,0072	16250	14,5—24,6 14,0—16,0
18750 0,75″	11,8—20,4 11,0—14,0	2,884	0,0066	16250 0,74″	14,6—22,7 14,0—15,0
6875 0,75″	13,6—21,0 13,0—13,5	—	—	—	—

lastung einen sehr grossen Reibungscoëfficienten. Diese Oele können nur dann zum Schmieren benutzt werden, wenn die Metalltheile stark erwärmt sind, weil sie dann eine viel geringere Zähigkeit besitzen und bedeutend besser schmieren. Beim Gebrauche von Ricinusöl für Schmieren der Uebertragungswellen, wie es in einigen Fabriken geschieht, findet unzweifelhaft ein durchaus überflüssiger Verlust an nützlicher Arbeit statt.

Lamansky sagt auf Grund vorstehender Versuchsreihen: alle dichten Oele, besonders jene mineralischer Herkunft, deren Zähigkeit sich beim kleinsten Temperaturwechsel ändert, sind ein sehr unbeständiges Schmiermaterial, weil man die mit demselben geschmierten Maschinen niemals in einem gleichmässigen Gange unterhalten kann. Ueberhaupt unterscheiden sich in dieser Hinsicht die flüssigen organischen Oele — Walratöl und Olivenöl — durch ihre grösste Beständigkeit und werden deswegen in der Praxis mit vollkommenem Rechte zu den besten Schmierstoffen gerechnet und sollten bei vergleichenden Versuchen immer als Muster benutzt werden. Jähns empfiehlt Olivenöl und Rüböl zur Vergleichung und Beurtheilung anderer Materialien zu Grunde zu legen — Seite 947 —.

Mit dem Apparate von Deprez & Napoli hat Lamansky eine grössere Versuchsreihe von Oelen von geringerer Zähigkeit angestellt, wie z. B. Walratöl, Olivenöl und einem leichten Mineralöle — Oleonid R —, welche zum Schmieren von schnelllaufenden Maschinen gebraucht werden, um die Abhängigkeit der Grösse der Reibung von der Geschwindigkeit der Bewegung zu bestimmen. Dabei wurde ein und dieselbe Menge Oel bei einem Drucke von 5, 15 und 19 Kqc. ziemlich lange bei drei verschiedenen Geschwindigkeiten untersucht und die Grösse der Reibung für die drei genannten Belastungen bestimmt. Diese Versuche zeigten, dass überhaupt mit der Zunahme der Geschwindigkeit sich auch die Reibung bedeutend vergrössert, aber dieser Einfluss der Geschwindigkeit auf die Reibung ist bei geringen und grossen Belastungen viel bemerkbarer als bei mittleren.

Weitere Versuche sind von Lamansky mit dem Fr. Lux-schen Apparate — Seite 920 — zur Prüfung der Oele bei verschiedenen Belastungen angestellt worden, wobei die Axe entweder mittelst eines Dochtes oder durch fortwährendes reichliches Zugiessen der Oele geschmiert wurde. Ebenso wie in dem Apparate von Deprez & Napoli wurden auch hier die Temperaturveränderungen mittelst eines Thermometers, welches in die oberen Zapfen, in einer bestimmten Entfernung von der Reibungsfläche eingestellt war, beobachtet.

Bei diesen Versuchen, in welchen die Prüfung des Oeles ebenfalls ziemlich lange fortgesetzt wurde, machte die Axe bis zu 25000 Umdrehungen, die ganze Belastung betrug 2600 Kilo. — Siehe umstehende Tabelle. —

In der Mehrzahl der Versuche, in denen die Welle mittelst eines Dochtes geschmiert wurde, erwärmte sich dieselbe so rasch, dass sie abgekühlt werden musste.

Auch aus diesen Versuchen ist die Abhängigkeit des Reibungscoëfficienten von der Zähigkeit des Oeles klar zu ersehen. Eine Vergleichung dieser Oele nach ihrem Reibungscoëfficienten lässt sich am besten aus dem beim reichlichen Zugiessen des Oeles erhaltenen Ergebnisse anstellen, weil man bei dieser Methode sicher sein kann, dass die Bedingungen, unter welchen die verschiedenen Oele geprüft wurden, immer dieselben geblieben waren. Auch hierbei erweist sich, dass die Schmieröle organischen Ursprungs die besten sind.

Umstehende Tabelle enthält die Reibungscoëfficienten verschiedener dichten Oele, die bei zwei Versuchen bei ein und derselben Belastung und Geschwindigkeit erhalten worden sind; bei dem einen Versuche wurde die Welle mittelst Dampf erwärmt und bei dem anderen Versuche erwärmte sich die Welle durch Reibung selbst. Im letzteren Falle war der Reibungscoëfficient immer grösser als im ersteren.

In beiden Versuchen war aber, sowohl zu Anfang, als auch zu Ende des Versuches, die reibende Fläche der Axe vollkommen rein und gut polirt, so dass nicht der geringste Unterschied bemerkt werden konnte. Es folgt hieraus, dass man bei ein und derselben Temperatur für ein und dasselbe Oel zwei verschiedene Reibungscoëfficienten erhält, je nachdem die Axe vorher durch Dampf auf eine gewisse Temperatur gebracht wird, oder sich selbst durch Reibung bis zu dieser Temperatur erwärmt.

Beauchamp Tower in London hat im Auftrage der Institution of Mechanical Engineers Versuche über Zapfenreibung ausgeführt und war der Tower'sche Versuchsapparat dem von Hirn — Seite 908 — ähnlich, dabei war jedoch wie bei Kirchweger — Seite 912 — eine derartige Anordnung getroffen,

II. Lamansky's Reibungscoëfficienten für Schmiermittel.

Schmiermittel	Spec. Zähigkeit bei 11° C.	Schmieren mitteist eines Dochtes Belastung auf die Axe 2600 Kilo			Reichliches Zufliessen d. Schmieröles Belastung auf die Axe 2600 Kilo			Bemerkungen
		Allgem. Zahl d. Umdrehungen der Welle	Reibungscoëfficient	Erhöhung der Temperatur ° C.	Allgem. Zahl d. Umdrehungen der Welle	Reibungscoëfficient	Erhöhung der Temperatur ° C.	
Walratöl	8	—	0,0054	—	25000	0,0028	25,0—53,7	—
Olivenöl	23	—	0,0095	—	20000	0,0042	25,0—55,0	—
Rüböl, helles	22	2000	0,0075	52,5 72,5	3000	0,0056	53,0—60,0	—
Ricinusöl	250	—	—	—	12000	0,004 / 0,0066	30,0—93,7 / 72,6—83,7	Vor dem Versuche Axe mit Dampf erwärmt.
Mineralöl von Pastuchow für Maschinen	55	9000	0,0057	31,0—75,0	15000	0,0033	76,0—58,7	
Erdölrückstände	55	—	—	—	12000	0,0085	28,7—80,0	—
Mischung gleicher Theile Erdölrückst. u. Rüböl .	40	—	—	—	12000	0,9066	28,7—78,0	—
Waggonöl	70	12000	0,0061	16,2—61,2	17000	0,0038	23,0—53,7	—
Oleonaphta, O, R. . . .	121	—	—	—	12000	0,0065 / 0,0038	27,0—64,0 / 78,7—63,7	wie oben
Cylinderöl, G.	191	—	—	—	21000 / 12000	0,0076 / 0,0057	31,2—93,7 / 83,0—72,5	"
Mineraltalg v. Pastuchow	—	—	—	—	3000	0,0075	42,2—58,7	"
Rindstalg	—	—	—	—	3000	1,0050	75,0—74,0	"

dass man die Zapfen nach zwei entgegengesetzten Richtungen umlaufen lassen konnte.

Um bei den Versuchen einen Grundmaassstab für die Vergleichung zu haben, beobachtete man zuerst die Reibungsverhältnisse, wenn der Zapfen durch ein Oelbad geschmiert wurde. Zapfen und Lagerschale waren durch die ölende Flüssigkeit vollständig getrennt, d. h. die Zapfen schwammen völlig im Oele, es stellt dies somit die vollkommenste Schmierung dar; sie ist aber auch bequem immer in derselben Weise herzustellen und bietet zudem noch den Vortheil, dass die Temperatur des Oelbades regulirt werden kann. Die Versuche haben gezeigt, dass das Bad nicht voll zu sein braucht; es bleiben die Resultate dieselben, auch wenn das Gefäss soweit leer ist, dass das Oel etwa nur noch den Zapfen berührt.

Da die Temperatur von nicht unbedeutendem Einflusse ist, wurden die vergleichenden Versuche mit der Oelbadschmierung bei einer nahezu constanten Temperatur von 32° C. vorgenommen und nur Temperaturschwankungen von 0,8° C. nach oben und unten zugelassen. Bei diesen Versuchen wurde die Belastung des Zapfens nicht so weit getrieben, dass er zu fressen begann, um die zum Vergleiche nöthige, sich gleichbleibende Oberflächenbeschaffenheit der Lagerschale und des Zapfens nicht zu zerstören, während bei den folgenden Versuchsreihen absichtlich bis zum Anfressen belastet wurde, um den grössten Druck auf die Flächeneinheit festzustellen, welchen Rüböl und Mineralöl zu tragen vermögen; als solcher fand sich für Rüböl 40,3 Kqc. mittlerer Druck auf dem Zapfenlängsschnitte, für Mineralöl 44 Kqc.; darüber hinaus war der Druck grösser als die Zusammenhangskraft der einzelnen Moleküle des Oeles, es trat die directe Berührung der Metalle ein und damit das Fressen.

Bezüglich des Einflusses der Temperatur sei bemerkt, dass sich die Reibung bei steigender Temperatur vermindert; so zeigte sich der Reibungscoëfficient bei 450 minutlichen Umdrehungen bei 49° C. nur 1/3 so gross als bei 16°.

Nachstehende Tabelle enthält die gefundenen Reibungscoëfficienten für verschiedene Schmiermethoden unter möglichst gleichen Umständen.

Tower's Reibungscoëfficient für Rüböl bei verschiedener Schmierung.

Geschwindigkeit: 150 minutliche Umdrehungen — 0,8 Meter Umfangsgeschwindigkeit.

Rüböl	Mittlerer Druck	Reibungs-coëfficient	Werth-verhältniss Oelbad = 1
Oelbad	18,5 Kqc.	0,00139	1
Dochtschmierung . . .	17,7 „	0,00980	7,06
Reibekissen unter d. Zapfen	19,1 „	0,00900	6,48

Bei der Untersuchung verschiedener Schmiermittel unter möglichst gleichen Verhältnissen ergaben sich nachfolgende Zahlen:

Oelbäder bei 90° F. = 32° C. Temperatur.

Schmiermittel	Mittlerer Widerstand in Kqc.	Mittlerer Widerstand in Procenten.
Walratöl	0,0340 Kqc.	100 %
Rüböl	0,0360 „	106 „
Mineralöl	0,0438 „	129 „
Schmalzöl	0,0458 „	135 „
Olivenöl	0,0460 „	135 „
Mineralfett	0,0737 „	217 „

Diese Werthe wurden aus den Beobachtungsresultaten berechnet und es sind die Mittel der wirklichen Reibungswiderstände an den Umflächen der Zapfen für je 1 Qc. Druckfläche, bei 300 Umdrehungen in der Minute — 1,6 M. Umfangsgeschwindigkeit innerhalb der specifischen Belastungen von 7—21,8 Kqc. Sie bedeuten die relative Zähflüssigkeit der verschiedenen Schmiermittel, und in ihrer Reihenfolge das relative Tragvermögen. Trotzdem das Walratöl die grösste Schmierfähigkeit besitzt, hat dasselbe dennoch die kleinste Tragfähigkeit und ist deshalb den dicken Oelen bei schwer belasteten

Zapfen und bei höheren Temperaturen namentlich dem Mineralfette nachzustellen, also am vortheilhaftesten für leichte Zapfen anzuwenden.

Für die Reibung geschmierter Zapfen, wo Lager und Zapfen durch eine tragende Flüssigkeitsschicht getrennt sind, müssen natürlich ganz andere Gesetze gelten als bei „trockner“ Reibung. Auf der einen Seite haftet die Flüssigkeit an dem ruhenden Lager, auf der anderen Seite auf dem sich drehenden Zapfen; der Druck zwischen Zapfen und Lager sucht zudem die Flüssigkeit auszuquetschen. Man hat es in Wirklichkeit also mit den Reibungswiderständen von Flüssigkeiten zu thun, welche sich in Kanälen bewegen, aber der Druck und der Querschnitt, sowie die Geschwindigkeit in dem Kanale ändern sich hierbei stetig, so dass einfache Versuchsergebnisse nicht zu erwarten sind.

Walter R. Browne, welcher als Secretär der oben genannten Gesellschaft die B. Tower'schen Versuche verfolgt hat, leitet aus diesen und den Thurston'schen Versuchen folgende Gesetze für durch Oelbad geschmierte Zapfen ab:

1. Die Reibungscoëfficienten sind im Vergleiche zu den Coëfficienten bei trockner Reibung, d. h. wo der Zapfen nicht im Oelbade schwimmt, ausserordentlich niedrig, dieselben bewegen sich meist nur in Tausendtheilen.
2. Der Reibungswiderstand für die Flächeneinheit ist nahezu constant. Bei der trocknen Reibung ist hingegen der Coëfficient constant und der Widerstand wächst in demselben Verhältnisse wie die Belastung.
3. Der Reibungswiderstand wächst bei gleichbleibendem Drucke mit der Berührungsfläche, bei trockner Reibung ist derselbe unabhängig von der Reibung.
4. Bei einer secundlichen Umdrehungsgeschwindigkeit von 0,05—0,50 M. vermindert sich der Reibungswiderstand und folglich bei einer unverändert bleibenden Belastung auch der Reibungscoëfficient; aber bei ungefähr 0,5 M. tritt ein Wechsel ein und darüber hinaus wächst der Widerstand mit der Quadratwurzel aus der Geschwindigkeit.

5. **Der Reibungscoëfficient verändert sich ungefähr proportional der Temperatur über dem Nullpunkte.**

Tower fügt seinen umfassenden Arbeiten noch folgende Tabellen bei:

Reibungscoëfficienten bei einer secundlichen Geschwindigkeit von:

Belastung des Zapfens	1,07 M.	1,33 M.	1,60 M.	1,86 M.	2,13 M.	2,39 M.
1. Olivenölbad. Temperatur 32° C.						
36,6 Kqc.	0,0010	0,0012	0,0013	0,0014	0,0015	0,0017
32,9 „	0,0013	0,0014	0,0015	0,0017	0,0018	0,0020
29,2 „	0,0014	0,0015	0,0017	0,0019	0,0021	0,0024
25,5 „	0,0016	0,0017	0,0019	0,0020	0,0022	0,0025
21,8 „	0,0017	0,0019	0,0021	0,0022	0,0024	0,0027
18,1 „	0,0020	0,0023	0,0025	0,0026	0,0029	0,0031
14,4 „	0,0025	0,0028	0,0030	0,0033	0,0036	0,0040
10,8 „	0,0035	0,0040	0,0044	0,0047	0,0050	0,0057
7,03 „	0,0055	0,0063	0,0069	0,0077	0,0082	0,0089
2. Schmalzölbad. Temperatur 32° C.						
36,6 Kqc.	0,0010	0,0011	0,0013	0,0015	0,0015	0,0017
29,2 „	0,0014	0,0015	0,0016	0,0018	0,0019	0,0021
21,8 „	0,0017	0,0020	0,0022	0,0025	0,0026	0,0029
14,4 „	0,0023	0,0028	0,0031	0,0034	0,0039	0,0042
10,8 „	0,0032	0,0037	0,0041	0,0050	0,0051	0,0052
7,03 „	0,0050	0,0060	0,0067	0,0076	0,0081	0,0090
3. Walratölbad. Temperatur 32° C.						
29,2 Kqc.	0,0017	0,0018	0,0019	0,0020	0,0021	0,0021
21,8 „	0,0012	0,0014	0,0016	0,0017	0,0018	0,0019
14,4 „	0,0018	0,0021	0,0023	0,0024	0,0025	0,0027
10,8 „	0,0023	0,0028	0,0030	0,0033	0,0035	0,0037
7,03 „	0,0038	0,0044	0,0051	0,0057	0,0061	0,0064
4. Mineralölbad. Temperatur 32° C.						
43,9 Kqc.	0,00139	0,00147	0,00157	0,00165	—	—
36,6 „	0,00139	0,00150	0,00161	0,00170	0,00178	—
29,2 „	0,00143	0,00160	0,00176	0,00190	0,00200	—
21,8 „	0,00160	0,00184	0,00207	0,00225	0,00241	—
14,4 „	0,00235	0,00269	0,00298	0,00328	0,00350	—
7,03 „	0,00494	0,00557	0,00620	0,00676	0,00730	—

Reibungscoëfficienten bei einer secundlichen Geschwindigkeit von:						
Belastung des Zapfens	1,07 M.	1,33 M.	1,60 M.	1,86 M.	2,13 M.	2,39 M.
5. Mineralfettbad. Temperatur 32° C.						
43,9 Kqc.	0,0012	0,0014	0,0014	0,0016	0,0018	0,0020
36,6 „	0,0016	0,0018	0,0019	0,0020	0,0021	0,0020
29,2 „	0,0019	0,0021	0,0023	0,0025	0,0026	0,0027
21,8 „	0,0026	0,0029	0,0032	0,0035	0,0038	0,0040
14,4 „	0,0040	0,0047	0,0053	0,0058	0,0062	0,0066
10,8 „	0,0048	0,0057	0,0065	0,0071	0,0077	0,0083

Aus vorstehenden Tabellen gehen die oben angeführten Gesetze deutlich hervor; es stimmen auch die berechneten Werthe mit den beobachteten fast vollkommen überein, so dass diese ohne Nachtheil in den Tabellen fortgelassen werden konnten. Für Mineralöl, welches gewöhnlich dem Schmalzöl und Walratöl untergeordnet wird, sind die regelmässigsten Werthe gefunden worden. Der Reibungscoëfficient ist allerdings bei den höchsten Pressungen ein wenig höher als der für Olivenöl; aber derselbe ist gleich und selbst niedriger bei mittleren Drucken, während die Uebereinstimmung zwischen Beobachtung und Versuch selbst bei den höchsten Geschwindigkeiten zufriedenstellend ist. Um dies noch klarer vor Augen zu führen, könnte man, wie auch Browne dies gethan hat, die Werthe aus der Mineralölbad-Tabelle 4 als Ordinaten zu den Geschwindigkeiten als Abscissen auftragen. Die berechneten und beobachteten Werthe werden dann Curven liefern, welche nahezu übereinander fallen.

Mineralfett zeigt dasselbe Verhaltungsgesetz. Die absoluten Werthe des Reibungscoëfficienten sind allerdings höher; aber andererseits ist das Schmiermittel fähig, einen Druck bis zu 44 Kqc. aufzunehmen, ein Werth, welcher über alle die für andere Schmiermittel erhaltenen Zahlen hinausgeht, und bei diesem hohen Drucke kommt der Reibungscoëfficient dem überhaupt niedrigst bestimmten sehr nahe. Diese Ergebnisse stimmen mit den Erfahrungen von Eisenbahn-Ingenieuren überein, welche das Mineralfett den Oelen besonders in Fällen vorziehen, wo schwere Zapfendrücke zu erwarten stehen.

Die Veränderlichkeit der Reibung mit der Temperatur betreffend, giebt nachstehende Tabelle wieder, welche an einem mittelst eines Schmalzölbades geschmierten Zapfen, bei Temperaturen von 48,9 bis 15,6° unter einer unverändert bleibenden Belastung von 7,03 Kqc. bei Geschwindigkeiten von 0,53 bis 2,13 M. beobachtet wurden.

Temperatur ° C.	Reibungscoëfficienten bei einer secundlichen Geschwindigkeit von:							
	0,533 M.	0,800 M.	1,07 M.	1,33 M.	1,60 M.	1,86 M.	2,13 M.	2,39 M.
48,9	0,0024	0,0029	0,0035	0,0040	0,0044	0,0047	0,0050	0,0054
43,4	0,0026	0,0032	0,0039	0,0044	0,0050	0,0055	0,0059	0,0064
37,8	0,0029	0,0037	0,0045	0,0051	0,0058	0,0065	0,0071	0,0077
32,2	0,0034	0,0043	0,0052	0,0060	0,0069	0,0077	0,0085	0,0093
26,7	0,0040	0,0052	0,0063	0,0073	0,0083	0,0093	0,0102	0,0112
21,1	0,0048	0,0065	0,0080	0,0092	0,0103	0,0115	0,0124	0,0133
15,6	0,0059	0,0084	0,0103	0,0119	0,0130	0,0140	0,0148	0,0156

Hiernach scheinen die Zahlen das Gesetz zum Ausdrucke zu bringen, dass der Reibungscoëfficient ungefähr im umgekehrten Verhältnisse zur Temperatur steht.

W. R. Browne begründet die von ihm aufgestellten Sätze — Seite 973 — zum Theil auf theoretischem Wege und geht dabei von der Annahme aus, dass die Oberflächen des Zapfens und des Lagers von einander durch eine tragende Oelschicht getrennt sind, welche hinreichend dick sein muss, um die unmittelbare Berührung beider Theile zu verhindern. Die Schicht wird im Allgemeinen in zwei Ringe getheilt, welche in einander gleiten und sich fortwährend von einander zu trennen suchen, ein Ring haftet an dem bewegten Zapfen, ein Ringstück an der Lagerschale. In Wirklichkeit sind es aber unendlich viele Ringschichten mit allmählich in einander übergehenden Geschwindigkeiten, welche in Folge der Zusammenhangskraft der einzelnen Flüssigkeitstheilchen übereinander hingleiten. An der Lagerschale ist die Geschwindigkeit Null, während die Schicht unmittelbar an der Metallfläche des Zapfens die Geschwindig-

keit desselben selbst angenommen hat. Auch der Druck in den einzelnen Ringen ändert sich. Der specifische Druck im Scheitel des Zapfens oder, allgemeiner ausgedrückt, in der Mantellinie, durch welche die Resultirende der Kräfte hindurch geht, erweist sich bei normal zur Kraftlinie geschnittenen Schalen mehr als doppelt so gross als der mittlere Druck, während der Druck nach den Seiten hin stetig bis auf die Festigkeit der Flüssigkeit selbst abnimmt.

Die Zapfenreibung ist also in der Hauptsache auf die Zusammenhangskraft der Flüssigkeitsmoleküle des betreffenden Schmiermittels zurückzuführen. Wird P der mittlere Werth dieses Cohäsionswiderstandes genannt, und zwar wenn die bewegten Oeltheile sich um die Länge s verschieben, dann ist $P \times s$ die Arbeit, welche zur Ueberwindung dieses Widerstandes nöthig ist, insofern nur zwei Theilchen in Betracht gezogen werden. Die Oberflächengeschwindigkeit des Zapfens ist $= V$ und t die Zeit, in welcher die sich mit dieser Oberflächengeschwindigkeit bewegenden Oeltheilchen den Weg s zurücklegen; dann ist $s = V \times t$ und die aufgewendete Arbeit $= P \times V \times t$. Ist noch m die Masse des Theilchens und v die Geschwindigkeit, welche der während der Zeit t wirkende Widertand P diesem Wassertheilchen giebt, wenn es sich frei vom Ruhezustande aus bewegt, so stellt $\frac{1}{2} m v^2$ den Arbeitsinhalt dar, welcher in dem Theilchen enthalten ist.

Folglich gilt:

$$\frac{1}{2} m v^2 = P V t, \text{ daher } v = \sqrt{\frac{2 P V}{m}} \sqrt{t}.$$

Bezeichnet $m f$ die Kraft, welche an der Zapfenoberfläche wirken muss, um den Cohäsionswiderstand zu überwinden, so ist f diejenige Kraft, welche das Wassertheilchen 1 innerhalb der Zeit t in die Geschwindigkeit v versetzt. Es folgt daher: $m f t = m v$ oder $f = v : t$. Setzt man den obigen Werth für v ein, so erhält man:

$$f = \sqrt{\frac{2 P V}{m}} \sqrt{\frac{1}{t}} = \sqrt{\frac{2 P}{m s}} V,$$

wenn für t der Werth $(s : v)$ eingesetzt wird.

Wäre P constant, so würde f direct wie V wachsen; aber der Druck P ist, wie oben bemerkt, nicht unveränderlich, sondern es kann vor der Hand nach den Versuchen angenommen werden, dass sich P direct mit t verändert, oder umgekehrt wie V. Setzt man $P = C : V$, dann erhält man die Gleichung:

$$f = \sqrt{\frac{2\,C}{M s}}\sqrt{V}.$$

Die $\Sigma m f$ wird den Gesammtwiderstand darstellen, welcher in irgend einem Augenblicke an der Oberfläche des Zapfens zu überwinden ist, und man sieht, dass dieser Widerstand mit der Quadratwurzel der Geschwindigkeit wächst, also übereinstimmend mit den durch die Tabelle 1—5 — Seite 974 und 975 — gegebenen Versuchen. Die gefundene Formel befindet sich aber auch in Uebereinstimmung mit den Gesetzen, welche Seite 973 erwähnt sind.

Die im Vorausgehenden aufgestellte Formel ist aber nur unter der Voraussetzung richtig, dass ein Ausquetschen des Oeles, welches ja der äussere Druck immer nach allen Richtungen hin vom Scheitel aus hervorbringt, vernachlässigt werden könnte. Die hierdurch hervorgerufene Oelgeschwindigkeit bedingt eine Verzögerung des Zapfens. Bei hohen Geschwindigkeiten kommt diese geringe Verzögerung nicht in Betracht, wohl aber bei kleinen Zapfengeschwindigkeiten und deshalb findet bei kleineren Geschwindigkeiten eine Abnahme des Reibungscoëfficienten statt; der verhältnissmässige Einfluss dieser Rückströmung vermindert sich rasch.

Woodbury's Apparat zur Untersuchung des Reibungscoëfficienten von Schmierölen ist der Hauptsache nach die alte Oelprobirmaschine von Mac Naught — Seite 911 —, nur ist der Apparat so construirt, dass die Versuche bei möglichst hohem Drucke ausgeführt werden konnten. Die von Woodbury erhaltenen Resultate ändern nichts an den von Tower-Browne gemachten Entschlüssen — Seite 973 — Woodbury hebt nur hervor, dass fast durchweg der Reibungscoëfficient zwischen irgend zwei festen Körpern als constant angenommen sei, dass aber, sobald die reibenden Flächen durch ein schmierendes Medium getrennt werden, die Verhältnisse der Reibung

unter diesen drei Substanzen veränderlich werden, je nach dem Einflusse der Temperatur, der Pressung und der Geschwindigkeit auf die Flüssigkeit; und dass dadurch die Wirkung entschieden Aehnlichkeit erhielte mit der Hydrodynamik bezüglich des Ausflusses einer Flüssigkeit aus einer engen Oeffnung. Sind die Pressungen gross, so bilden diese Veränderlichen einen so geringen Betrag des gesammten Reibungswiderstandes, dass sie auch bei genauen Messungen der Beobachtung entgingen. Ohne Anwendung eines Schmiermittels verschwinden die Veränderlichen sämmtlich und nur dann würde der Reibungscoëfficient auf eine Constante reducirt.

---

4. Die Schmiermittel für den verschiedenen Gebrauch.

Es kann sich bei der Verschiedenheit der zu schmierenden Gegenstände resp. auch bei der verschiedenen Zusammensetzung der Wellenlager etc. nur um allgemeine Andeutungen handeln, da überdies klimatische und locale Verhältnisse, sowie der Preis der Schmiermittel etc. nicht ohne Einfluss auf die Wahl der Schmiermittel sind.

Bei der Anordnung der Maschinen ist daher besonders auch darauf Rücksicht zu nehmen, dass die der Reibung unterworfenen Maschinentheile leicht und sicher geschmiert werden können.

Es setzen sich die Reibungswiderstände der Eisenbahnwagen aus der Axenschenkelreibung und dem Widerstande der rollenden Reibung der Räder an den Schienen zusammen, daher sind für Flachlandbahnen und für Bahnen mit Steigungen andere Oele zu wählen. Es sind im Gebrauch und empfehlen sich für die Eisenbahnwagen der ersteren Bahnen Mischungen von Mineralölen mit Rüböl oder Baumöl etc., für die letzteren reine Mineralöle von einem specifischen Gew. von 0,880—0,940, die einen höheren Entflammungspunkt als 130° C. haben und bei Temperaturen unter Null noch flüssig sind. Die zur Anwendung kommenden Oele dürfen aber keinen Säuregehalt, noch mechanische Verunreinigungen enthalten. Oele von solchen Eigen-

schaften sind auch für Pferdebahnwagen, Wagen von Roll- und Grubenbahnen tauglich; während für Strassen-Lastfuhrwerke consistentere Oele oder Talgschmieren und für auf Tragfedern ruhenden Lasten bei schnellem Fahren ein Mineralöl von grosser Zähflüssigkeit bei einem specifischen Gewichte von 0,850—0,890 am vortheilhaftesten ist.

Für Cylinder und Schieber an Locomotiven gehört ein Oel von grosser Widerstandsfähigkeit bei hohen Temperaturen von der Eigenschaft resp. Viscosität des Rüböles bei 58—60° C.; von den Mineralfetten würden hierher die Isoparaffine — Vaseline — Seite 621 und 636 — bei Verwendung geeigneter Schmierapparate zu rechnen sein. Für die kalten Theile an der Locomotive sind nur Mineralöle zu verwerthen, deren Entflammungspunkt nicht unter 180° C. liegt.

Wie für die Locomotiven müssen auch die Schmieröle etc. für Cylinder, Schieber und kalten Theile an Schiffsmaschinen, grosse stationäre Dampfmaschinen, Locomobilen beschaffen sein, während für die Drehscheiben, Weichenzungen, Weichenständer, Krahne und auf Rädern laufende Mechanismen ein Oel wie für die Flachlandbahnen am geeignetsten ist.

Die dünnflüssigen Mineralöle — Seite 614 — finden hauptsächlich Verwendung für feine Maschinentheile, Spindeln an Spinnmaschinen, Nähmaschinen, Telegraphenapparaten, Transmissionslager etc.; obgleich mit Vorliebe dazu noch die Knochenöle genommen werden, oder zum mindesten Gemische von dünnflüssigen Mineralölen mit Knochenöl; während die dickflüssigen Mineralöle als Schmieröle für Wasserräder und Turbinen dienen.

---

5. Schmiervorrichtungen.

Soll das Schmieren seinen Zweck erfüllen, so muss das Material in angemessener Menge gleichmässig den Maschinentheilen zugeführt werden und sind zu diesem Zwecke eine Unmasse Apparate construirt worden, welche gleich den Schmiermitteln sich in 2 Abtheilungen bringen lassen, je nachdem die Schmiervorrichtungen mit festen resp. dickflüssigen oder mit flüssigen Schmiermitteln functioniren sollen.

Die im Allgemeinen an eine gute Schmiervorrichtung zu stellenden Forderungen lassen sich kurz in folgende Punkte zusammenfassen:

1. Ein regelmässiges Functioniren, welches möglichst wenig Aufmerksamkeit des selten zuverlässigen Schmierpersonals erfordert. 2. Grösste Reinlichkeit im Betriebe. Die Schmiervorrichtung darf nur gerade soviel Schmiermaterial abgeben, als von den zu schmierenden Maschinentheilen verbraucht wird. 3. Möglichst sparsames Schmieren. 4. Längeres Aushalten mit einer Füllung. 5. Möglichste Einfachheit in der Construction und Dauerhaftigkeit im Betriebe und 6. möglichst billiger Anschaffungspreis.

Eine gute Schmiervorrichtung kann aber auch nur dann richtig functioniren, wenn auch das zur Anwendung kommende Schmiermittel die geeignete Beschaffenheit hat und die richtige Wahl eines Schmieröles kann nur getroffen werden, 1. mit Rücksicht auf die Qualität, 2. den Verwendungszweck.

Die Anforderungen, welche an ein gutes Schmiermittel gestellt werden müssen, sind kurz folgende. Jedes Schmiermittel muss:

1. einen hinreichenden Grad von Schlüpfrigkeit besitzen; 2. darf in seinem Volumen durch Verdunstung nicht verändert werden; 3. einen seiner Schlüpfrigkeit und seinem Verwendungszwecke entsprechenden Flüssigkeitszustand haben; 4. seine physikalische Beschaffenheit darf durch den Temperaturwechsel nicht wesentlich verändert werden, es soll also bei niederen Temperaturen noch fast die Consistenz bei gewöhnlicher Temperatur behalten und bei hohen Temperaturen nicht zu dünnflüssig werden; 5. darf es durch den Einfluss der Luft nicht verändert werden, also weder dick werden noch eintrocknen, noch verharzen; 6. es darf weder sauer sein, noch die Neigung zum Sauerwerden besitzen und keine unlöslichen Beimengungen enthalten.

Die festen Schmiermittel haben das Bequeme, dass man Stücke davon neben den zu schmierenden Maschinentheil, entweder frei oder in angemessene Behälter oder Gehäuse legen kann; durch die geringe Erwärmung bei dem Gange der Ma-

schine schmilzt die Schmiere allmählich und fliesst den reibenden Oberflächen zu. Die flüssigen Schmiermittel dagegen würden, wenn man sie in grösseren Mengen auf die Maschinentheile giessen wollte, bald abfliessen und die reibenden Oberflächen würden bald trocken gehen, wenn man nicht entweder verhindert, dass die in grösserer Menge aufgegossene Schmiere zu schnell und leicht abfliessen könne, oder wenn man nicht das Zugiessen häufig wiederholt, oder endlich, wenn man nicht Sorge dafür trägt, dass von einem gewissen Schmiervorrathe aus allmählich kleine Quantitäten Schmiere zu den reibenden Oberflächen gelangen können.

Die Schmiervorrichtungen lassen sich nun wiederum in 3 Gruppen bringen:

1. Schmiervorrichtungen zum periodenweisen Schmieren — Schmierhähne etc.
2. Schmiervorrichtungen, welche continuirlich wirken — Schmierbüchsen.
3. Schmiervorrichtungen, welche nur während des Ganges der Maschine Schmiere zuführen — mechanische Schmiervorrichtungen.

Es kann nicht Aufgabe des Werkes sein, hier alle im Gebrauch befindlichen Apparate zu beschreiben, es können also nur einige der älteren und neueren berücksichtigt werden und zwar folgen diese nahezu in der geschichtlichen Entwicklung wie die Schmieröl-Prüfungsapparate.

Abgesehen von den Schmierkannen besteht die einfachste Construction der Schmiervorrichtungen für Kolben der Dampfcylinder in einem Schmierreservoir, welches durch einen Hahn verschlossen ist; sobald der Maschinist den Hahn — Kücken — öffnet, fliesst die Schmiere aus. Der einfache Hahn genügt aber nicht bei grösseren Maschinen, um Schmiere in einen Raum zu führen, in welchem sich Dampf oder Luft unter einem höheren Drucke als der Atmosphärendruck befindet. Bei Oeffnung eines Schmierhahnes, welcher das Schmierrohr mit dem Oelreservoir in Verbindung setzt, würde der Dampf oder die Luft ausblasen und die Schmiere aus dem Reservoir heraustreiben. Bei kleineren Maschinen kann man sich allerdings mit einfachem Hahne

behelfen, indem man den Augenblick abpasst, wo der Dampf an der Seite des Kolbens, an welcher sich der Schmierhahn befindet, abströmt; bei grösseren Maschinen dagegen, oder bei solchen, die sehr schnell gehen und wo die Dauer eines Kolbenhubes nicht genügen würde, um die Schmiere gehörig ausfliessen zu lassen, wendet man solche Vorrichtungen an, die gestatten, das Oelreservoir von der äusseren Luft abzusperren, sobald es mit dem dampferfüllten Raum in Verbindung gebracht

Fig. 273.



Schmierhahn nach Jacobi.

Fig. 274.



Blancke's Schmierapparat für Abfallfette.

werden soll, damit die Schmiere ausfliesst; dagegen das Oelreservoir mit der äusseren Luft wieder in Verbindung zu setzen, wenn die Communication mit dem Dampfraum wieder abgesperrt wird.

Fig. 273 stellt einen verbesserten Schmierhahn mit doppeltem Kücken — System Jacobi — dar, derselbe wirkt selbstthätig dadurch, dass während des Betriebes sich im Apparate Dampf befindet, der sich dort condensirt, unten im Gefässe ansammelt, dadurch das Oel hebt und durch die Bohrung an die zu schmierenden Flächen gelangt.

C. W. Jul. Blancke, Quedlinburg, fabricirt einen Schmierapparat mit einem Kücken — Fig. 274 —, welcher die Verwendung von Abfallfett gestattet und zwar werden die Unreinigkeiten durch ein Sieb zurückgehalten. Der Deckel wird mit Bajonettverschluss auf der Vase befestigt. Durch Rechtsdrehen der Schraube wird die Vase abgedichtet. Beim Oeffnen des Hahnes gelangt das Fett auf die zu schmierende Fläche.

Für Wellenlager etc. sind die ältesten und auch noch gebräuchlichen Schmierapparate die bekannten Dochtöler. Der Dochtöler ist ein einfacher runder oder cylindrischer Oelbehälter, in welchen ein Stück Schmierröhre hineinragt, durch welche ein Docht geht, der in das Oel im Oelgefäss taucht, somit als Heber für das Schmieröl dient; es ist dieses um so nothwendiger, als wenn die Schmierröhre mit dem Boden des Oelbehälters abschnitte, da sämmtliches Schmieröl zu schnell abfliessen und verloren gehen würde.

Fig. 275.



Kessler's Dochtöler.

Die Dochtöler haben nun mit der Zeit mannigfache Veränderungen und Vervollkommnungen erfahren, wie sich aus dem Kessler'schen Schmierapparate — Fig. 275 — ergiebt, der auch für Dampfcylinder geeignet ist.

Der Apparat besteht aus einer Vase, welche in ihrer Mitte eine angegossene Röhre trägt. In dieser Röhre ruht frei beweglich eine andere Röhre, welche unten zum Ventilkegel ausgebildet ist und oberhalb dieses Kegels Durchbohrungen hat, die das durch Capillarität — Haarröhrchenanziehung — vom Docht abtropfende Oel zwischen Ventilsitz und Kegel hindurchtreten lassen, sobald letzterer sich vom Sitz abhebt. Unter diesem Ventil liegt ein zweites Ventil, welches nach oben zu einer kurzen Röhre ausgebildet ist, die ebenfalls Durchbohrungen trägt, um Oel hindurchtreten zu lassen. Sobald nun im Dampfcylinder oder Schieberkasten, auf dem ein solcher Apparat befestigt ist, ein geringerer Druck herrscht

wie 1 Atmosphäre — der äussere Luftdruck —, werden die Ventile sich abwärts bewegen und Oel hindurch lassen.

Fig. 276 stellt die Blancke'sche Nadelschmierbüchse — der veränderte Diebner'sche Selbstöler — für Pleuelstangen dar und beruht auf dem Princip der Aërodynamik, d. h. auf den Gesetzen der Bewegung luftförmiger Körper. Ein Glasgefäss enthält das Oel, oben und unten ist das Glasgefäss in der Metallhülse abgedichtet. Das Glas und ebenso das Metallgefäss ist unten durchbohrt und enthält in der Bohrung mit geringem Spielraum einen Draht — Nadel —; durch diesen Spielraum kann das Oel langsam hindurchtreten, läuft an dem Draht entlang und gelangt auf die zu schmierende Fläche, da der Draht dieselbe berührt.

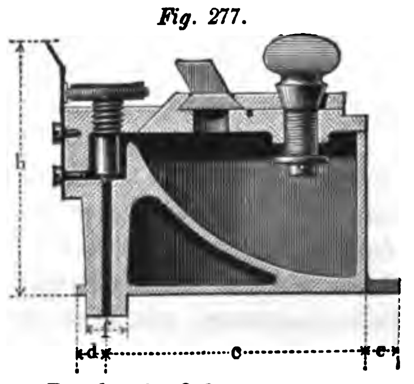
Fig. 276.



Blancke's Nadelschmierbüchse.

Die gewöhnlich für oscillirende Maschinentheile angewendeten Schmiergefässe leiden vielfach an dem Uebelstande, entweder zu stark oder zu schwach zu functioniren, sowie auch dann noch Oel abzugeben, wenn der betreffende Maschinentheil sich in Ruhe befindet. Eine fernere Unvollkommenheit betreffender Schmiergefässe liegt darin, dass die Regulirung des Ausflusses stets mit erheblichen Schwierigkeiten verknüpft ist, weil dieses nur durch Oeffnen des Schmiergefässes möglich wird. In den meisten Fällen, namentlich bei Locomotiven, nimmt diese Manipulation sehr viel Zeit in Anspruch und kann zu erheblichen Unzuträglichkeiten im Betriebe führen.

Fig. 277.



Romberg's Schmierapparat.

Das System Romberg — Fig. 277 — sucht bei den Schmiergefässen diese Uebelstände zu beseitigen. Um einen Oelzufluss auch kleinerer Oelquantitäten zu dem Zapfen während der Bewegung möglichst vollkommen zu erreichen, ist der Oelausfluss aus diesem Apparate an das Ende verlegt und durch parabolische Krümmung des Gefässbodens nach dem Ausflussloche hin dem Schmiermittel ein für praktische Verhältnisse passender Weg angewiesen. Diese Construction ermöglicht es einerseits, eine von aussen in jeder Lage bequem zu handhabende Regulirvorrichtung anzubringen und gewährt andererseits den Vortheil, dass die Reinigung der sämmtlichen Oelkanäle durch Lösung einer Schraube stattfinden kann. Der eigenthümliche Verschluss, den das Schmiergefäss erhalten hat, ist in der Handhabung sehr bequem und functionirt ganz sicher. Durch die Anwendung eines Schiebers für den Verschluss des Eingangsloches kann das letztere stets ganz und schnell geöffnet resp. geschlossen werden, was namentlich im Eisenbahnbetriebe von grösster Wichtigkeit ist; denn hierdurch ist die Oelung selbst erleichtert und gesichert und die Untersuchung des Oelstandes kann ohne Weiteres stattfinden.

Durch die hin- und hergehende Bewegung der zu schmierenden Maschinentheile — Excenter, Pleuelstange, Kreuzkopf — wird das Oel in dem Gefässe ebenfalls in Bewegung gerathen und gelangt dadurch durch die Bohrung *f* an die zu schmierende Fläche. Der Zufluss des Oeles kann vermehrt oder vermindert werden durch die Stellschraube.

Beim Schmieren von Kolben, Schiebern etc. handelt es sich darum, dass den Gleitflächen das Schmiermaterial in möglichst kleinen Mengen, aber beständig zugeführt wird, resp. der Zufluss regulirt werden kann. An Schmierapparaten, welche diesen Zweck der tropfenweisen continuirlichen Schmierung beim Leergange, wie beim Arbeiten mit Dampf, anstreben, fehlt es nicht. Dieselben sind im Princip wenig verschieden, werden stets als das Vorzüglichste angepriesen und haben stets ihre Für- und Gegensprecher; auch das Befehden der einzelnen Erfinder und Patentnehmer untereinander ist etwas nicht Seltenes.

Die Construction dieser Schmierapparate beruht auf der

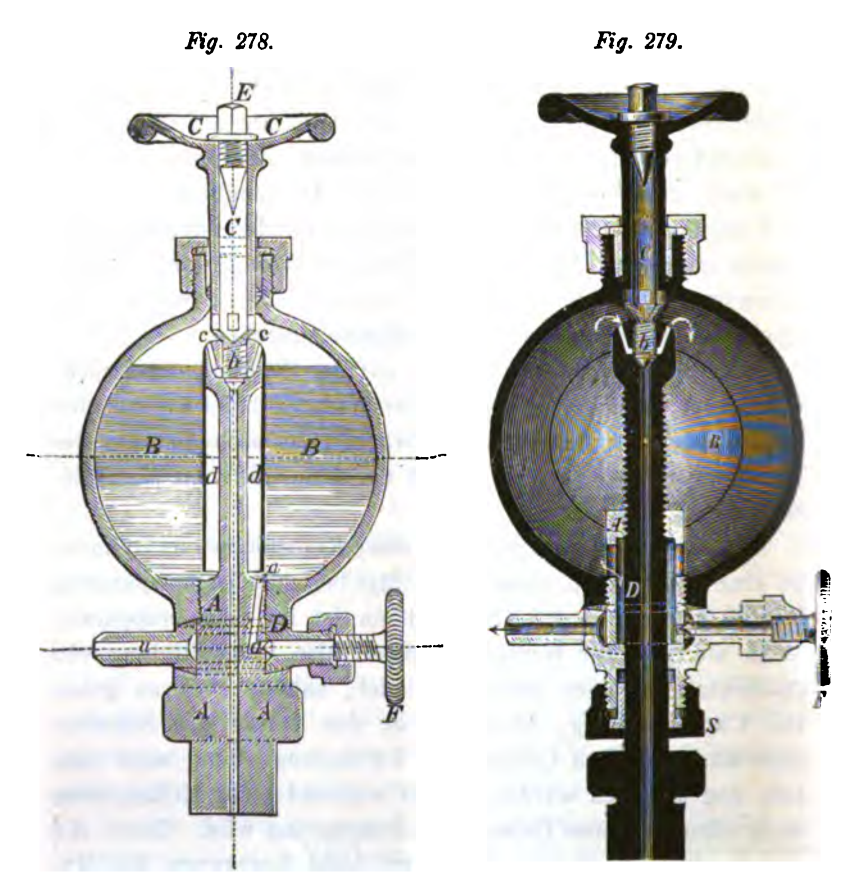
Wirkung der Druckdifferenzen während eines Kolbenhubes. In den dampfdicht geschlossenen Oelbehälter dringt Dampf, verdichtet sich hier und geht mit dem vorhandenen Oele eine innige Mischung ein. Sobald der Innenraum der Schmierbüchse durch den zuströmenden Dampf die Temperatur desselben angenommen hat und eine weitere Dampfverdichtung nicht mehr stattfindet, beginnt die Wirkung der Apparate auf Grund der Druckdifferenzen. Mit jedem Kolbenhube wird ein Tropfen der Oel- und Wassermischung — eine Art Emulsion — durch eine regulirbare Capillaröffnung in den Cylinder oder Schieberkasten gedrückt. Um die zu reichliche Bildung von Condensationswasser durch Abkühlung zu verhindern, werden die Apparate mit einem doppelten Gehäuse umgeben.

Bei allen Apparaten, welche auf der Wirkung der Druckdifferenzen beruhen, ist die Art der Wirkung beim Kolben eine andere, als beim Schieber und zwar ergiebt sich dies aus der beziehungsweisen Verschiedenheit der Druckdifferenzen in diesen beiden Räumen.

Die Druckdifferenz während eines Kolbenhubes im Cylinder ist eine sehr grosse, denn sie beträgt bei einer Dampfspannung von 10 Atm. 9 bis 9,5 Atm. und sie ist im Schmierapparate, wenn sie voll zur Wirkung kommt, also keine Bildung von Condensationswasser mehr stattfindet, nahezu eben so gross. Die Capillaröffnung, durch welche das Innere des Schmierapparates mit dem Cylinder in Verbindung steht, muss also sehr eng gehalten werden, damit während eines Kolbenhubes nicht eine zu grosse Oelmenge durchgepresst wird. Durch die gleiche Capillaröffnung aber kann beim Leergange der Maschine, während welchem nur Druckdifferenzen von einem Bruchtheile einer Atmosphäre zur Wirkung kommen, nur eine viel geringere Oelmenge angesaugt werden. Beim Schieber ist die Druckdifferenz während des Arbeitens der Maschine mit Dampf durch das bei jedem Schieberhube erfolgende Ausströmen des Dampfes nach dem Cylinder gegeben und ist diese Druckdifferenz wegen der ununterbrochenen Verbindung des Schieberkastens mit dem Kessel eine verhältnissmässig geringe und nur geringen Schwankungen unterworfen.

Zu den Apparaten, welche auf der Druckdifferenz beruhen, gehört der von Schauwecker in Weyden. Schauwecker's erster Apparat ist 1868 patentirt, seit dieser Zeit sind viel-

Fig. 278. *Fig. 279.*



Weber's Universal-Schmierapparat mittelst Condensation.

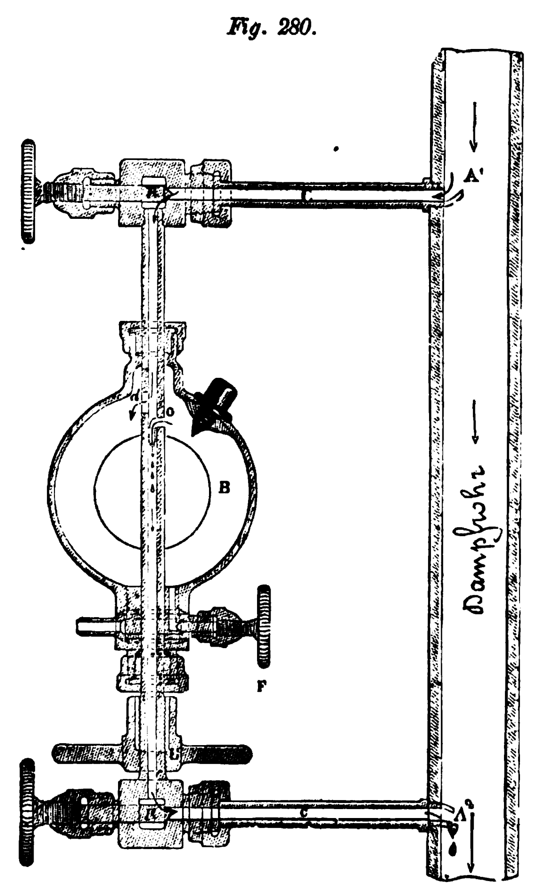
A Dampfzuleitendes Rohr mit Sechseck. *B* Oelbehälter. *C* Füllspindel mit Füllschale. *D* Hülse des Wasserablassventils. *E* Verschlussschraube. *F* Wasserablassventil. *a* Wasseraustrittscanal. *b* Dampfeintritts-Regulirventil. *c* Dampfeintrittscanälchen.

A Führung des Gewindes. *B* Oelgefäss. *C* Ventil. *D* Spindel. *F* Wasserablassventilspindel. *S* Stopfbüchse. *b* Regulirventil (Dampfeintritt).

fache Aenderungen daran vorgenommen, ferner von den bekannteren die von Schollwer, Gebauer, Michalck, Scharnberger u. A.

Die Firma Ludw. Weber jun., Frankfurt a/M., hat sich eine Reihe selbstthätiger Universal-Schmierapparate patentiren lassen, die eine allgemein gute Beurtheilung gefunden

Fig. 280.



Weber's Universal-Schmierapparat mittelst Condensation.

A^1 Dampfrohr der Maschine (Dampfeintritt). A^2 Dampf- und Oelaustritt in das Dampfrohr der Maschine. B Oelgefäss mit Schauglas. C Dampfzuleitungs- bez. Oelableitungsrohr. F Ventilspindel des Ablassventils. G Mutter mit Handgriff. R Absperrventil. o Dampfein- bez. Oelaustritt.

haben, sie sind auch deshalb gewählt, um zu zeigen, wie sich nur durch geringe Aenderungen Schmierapparate für die verschiedensten Zwecke herstellen lassen.

Die Wirkungsweise sämmtlicher Apparate ist die auf dem

sogenannten Condensationsprincip beruhende. Der in den Oelbehälter eintretende Dampf bildet Wasser, dieses, specifisch schwerer als Oel, sinkt zu Boden, jeder niedersinkende Wassertropfen verdrängt ein gleiches Quantum Oel, welches — umgekehrt auf demselben Wege, den der Dampf nahm — zu Cylinder oder Schieber gelangen muss.

Der Apparat Fig. 278 ist mit einfacher, der Apparat Fig. 279 mit doppelter Regulirung, dieselben werden direct auf Dampfcylinder geschraubt. Auf Schieberkasten und am Dampfrohr, wo die Apparate meist allzustarker Erhitzung ausgesetzt sind, empfiehlt es sich, einen Rohrstutzen von 15 bis 55 Mm. Länge aufzusetzen.

Sind Regulirventil *b* — Fig. 278 — und Ablassventil *a* durch Zudrehen an *c c* beziehungsweise *F* geschlossen, so dreht man Schraube *E* in der Füllschale *C* heraus und füllt langsam auf die Schale Oel; wobei ein Ueberfüllen des Oelbehälters mit Schauglas *B* zu vermeiden ist, sollte es doch eingetreten sein, so wird am unteren Ablassventil etwas Oel ausgelassen und dann die Schraube *E* wieder eingesetzt.

Wird durch eine geringe Drehung an *C*, dem Handrädchen der Füllschale, das Ventilchen bei *b*, unten an der Spindel *C* etwas gelöst, so tritt der Dampf durch die beiden Canälchen *c c* oben in den Oelbehälter *B* ein, condensirt sich und senkt sich als Wasser an den Boden des Gefässes *B*.

Je nachdem nun das Ventil *b* mehr oder weniger geöffnet wird, tritt mehr oder weniger Dampf ein und die Schmierung erfolgt in dem Verhältniss zur Oeffnung. Es kommen hierbei auch die örtlichen Verhältnisse etc. in Betracht, z. B. im Winter und im Freien ist weniger zu öffnen, als im Sommer und in einem geschlossenen erwärmten Raume, da im ersteren Falle die Condensation rascher erfolgt als im letzteren. Die Controle des Oelverbrauchs ist jeden Augenblick durch die Glasscheibe möglich. Der Raum *d* in Fig. 278 ist ein Luftkessel im Oelgefäss *B*, hergestellt durch ein Ueberrohr mit gewissem Zwischenraum über dem Dorn *A* und soll ein Schmieren bei Leergang der Maschine bewirken, da sich der Raum *d* beim Füllen des Oelgefässes nicht mitfüllt, sondern Luft enthält. Diese Anordnung

kann als unwesentlich ganz fortgelassen wird, ist aber mit geringer Aenderung wesentlich bei einem Schmierapparate für Cylinder von Condensations-Compound-Maschinen und Luftpumpen. Dieser Luftkessel resp. das Saugrohr *d* functionirt nur bei abwechselndem Druck und Vacuum, wie solches bei jedem Kolbenhub an Condensations-Maschinen und Luftpumpen der Fall ist. Die Luftleere im Cylinder saugt das Oel durch das Saugrohr *d* und führt dasselbe zum Cylinder der Maschine.

Ein continuirliches Wirken auf diese Weise ist nur möglich, wenn dem Apparate abwechselnd einmal wieder, wenn auch geringer Druck zugeführt wird, wie dies beim Kolbenwechsel der Fall ist. Wo constantes Vacuum herrscht, kann der Apparat nur benutzt werden, wenn die in der Füllschale sitzende Verschlussschraube *E* nicht ganz luftdicht geschlossen wird.

In Fig. 279 kann die Regulirung in obiger erster Weise geschehen, gleichzeitig aber auch durch Vergrösserung oder Verkleinerung des Condensationsraumes im Oelbehälter durch entsprechendes Höher- oder Tieferschrauben der dampfzuführenden hohlen Spindel *C*, es wird damit Vermehrung oder Verminderung der Wirkung bedingt.

Bei diesem Apparate ist das Gehäuse nicht auf dem Dorn fest, sondern durch das Gewinde bei *A*, welcher Theil *A* als Führung dient und auf und ab beweglich ist.

Die Vorrichtung in Fig. 280 besteht aus dem Oelbehälter *B*, welcher auf dem durch ihn senkrecht hindurchführenden Rohre auf- und abwegbar angebracht ist. Dieses Rohr wird durch geeignete Abzweigung bezw. Verlängerung an beiden Enden mit dem Hauptdampfrohr der Maschine oder dem Schieberkasten in Verbindung gebracht. Die beiden Ventile *R* dienen zur Regulirung und Absperrung des Dampfzutritts, sind jedoch abweichend von der Skizze so angeordnet, dass man den Oelbehälter ohne Störung im Betriebe abnehmen kann. An zwei Stellen innnerhalb des Oelgefässes bei *o* und *o'* ist das hindurchführende Rohr seitlich durchbohrt. Der Oelbehälter *B*, welcher durch Stopfbüchsen auf dem hindurchführenden Rohre

abgedichtet ist, lässt sich auf dem Rohre auf- und abschieben. Eine Hebung und gleichzeitige Feststellung des Oelbehälters bewirkt die ausserhalb und unterhalb der Behälter *B* am Rohr angebrachte Mutter *G*, welche mit dem Oelbehälter nicht fest verbunden ist. Die Schraube am oberen Theile des Gehäuses dient zur Füllung und die Spindel *F* zur Entfernung des Niederschlagwassers.

Der Dampfstrom, welcher in dem Dampfrohr zur Maschine herrscht, geht bei A^1 eintretend durch den Oelbehälter hindurch und wieder ins Dampfrohr bei A^2 zurück. Hiervon wird diejenige Menge, welche in den leeren Raum des Oelbehälters *B* oberhalb des Oelspiegels tritt, condensirt und wirkt in der bekannten Weise, indem sie Oel verdrängt, welches von dem durchgehenden Dampfstrome von den zu schmierenden Theilen mitgenommen wird. Durch Heben oder Senken des Oelbehälters wird der Kühlraum kleiner oder grösser und die Wasserbildung beziehungsweise Function geändert.

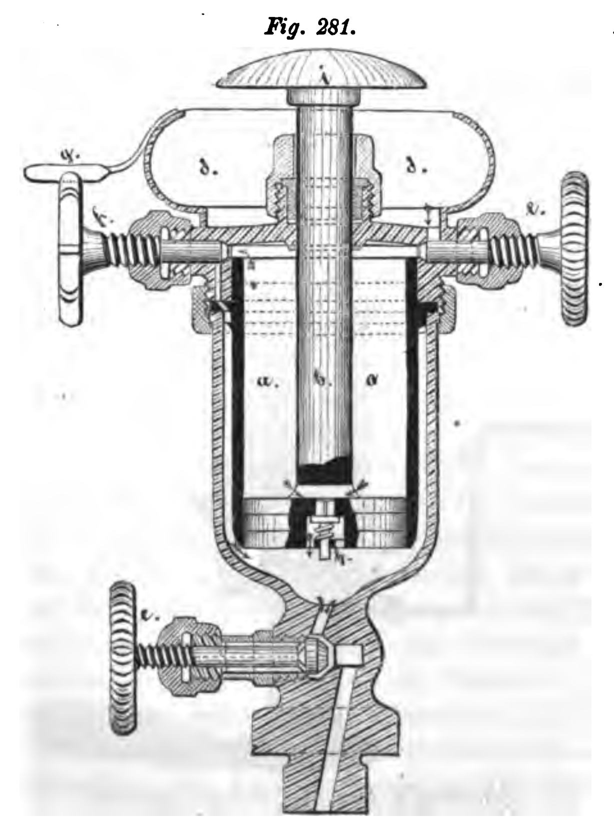
Die Stellung des mit Beobachtungsgläsern versehenen Oelgefässes kann behufs Ablassung des Niederschlagwassers oder der Beobachtung beliebig sein, da eine Drehung des Gefässes um seine Axe von keinem Einfluss auf die Wirkung ist, so lange die Maschine in Thätigkeit ist, also so lange Dampf verbraucht wird, wird immer ein Dampfdurchströmen stattfinden und der Oeler arbeiten.

L. Weber hat auch einen Schmierapparat — Fig. 281 — construirt, welcher nicht durch Condensation, sondern durch Druck wirkt und ist sowohl auf Dampf-, wie auf Gas- und Luftmaschinen anwendbar. Er ist füll-, regulir- und controlirbar während des Ganges, folgt allen Druckschwankungen und schmiert bei niedrigem Druck weniger, bei hohem mehr, wie dies auch erforderlich ist.

Der Cylinder, zugleich Oelbehälter *a*, ist in eine Vase eingesetzt, in *a* ist der Kolben mit Kolbenstange *b*, welcher das Oelgefäss *a* in zwei Theile theilt. An der Vase ist das Absperr- zugleich Ausblasventil *c* angebracht. Mittelst Uebermutter ist der Cylinder mit der Vase und der Füllschale *d* verbunden; das weitere ergiebt sich aus der Buchstabenerklärung.

Die Handhabung und Wirkungsweise ist folgende: Der Kolben wird nach vorherigem Verschliessen des Dampfventiles *c* und Oeffnen des Füllventiles *e* am Kopfe *i* in die Höhe gezogen, die Schale *d* ganz voll Oel gefüllt und der Kolben langsam

Fig. 281.



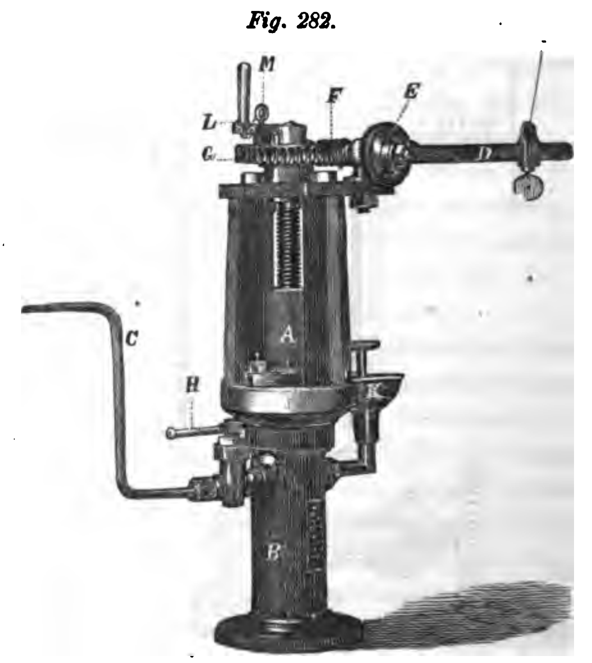
L. Weber's Schmierapparat mittelst Druck.

a Oelbehälter. *b* Kolbenstange. *c* Ausblaseventil. *d* Füllschale. *e* Füllventil. *f* Regulirventil. *g* Feder. *h* Saugventil. *i* Drücker.

abwärts gedrückt, wodurch das Oel in den Cylinder *a* gesaugt wird. Schliesst man jetzt Füllventil *e* und öffnet das Dampfventil *c*, sowie das Regulirventil *f*, so drückt der Dampf den Kolben nach oben und das Oel muss nach Maassgabe der Oeffnung von *f* schnell oder langsam entweichen und zwar in der Richtung der Pfeile nach Schieber oder Cylinder der Maschine

hin. Die Möglichkeit, dass der Kolben trotz beiderseitig gleichem Atmosphärendruck in die Höhe geht, ist dadurch erreicht, dass die obere Druckfläche des Kolbens durch die Kolbenstange quadratisch vermindert ist. Das Saugventil *k* im Kolben wird nur bei Locomotivapparaten angewandt. Eine Verseifung und Fettsäurebildung ist ausgeschlossen, da der Dampf mit dem Schmieröle nicht in Berührung kommt.

Fig. 282.



Mollerup's Dampf-Oelungs-Apparat.

A Kolben. *B* Cylinder. *C* Rohr. *D* Hebel. *E* Rad. *F* Schnecke. *G* Schneckenrad. *H* Hahn. *K* Trichter. *L* Hahn. *M* Ventil.

Mollerup's Dampf-Oelungs-Apparat (G. L. H. Franken, Berlin) — Fig. 282 — wirkt automatisch, wird von der Maschine selbst bewegt, ölt genau nach dem Gange der Maschine und zwar nur während des Ganges, schmiert bei jedem Hube der Maschine sehr sparsam, ohne Oelverlust, ohne Oelerhitzung, ohne Oelmischung mit Wasser und kann entfernt von der Maschine aufgestellt werden.

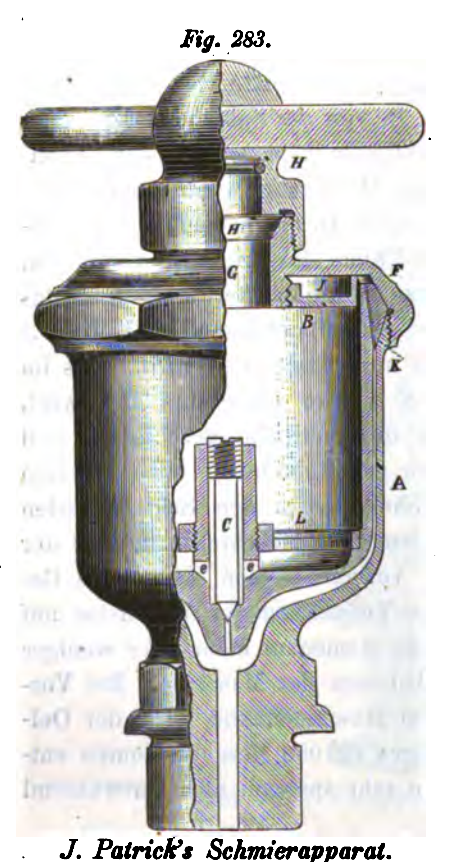
Der Mollerup-Apparat dient dazu, während des Ganges der Maschine dem Dampfe vor Eintritt oder bei dem Eintritte in den Schieberkasten continuirlich bei jedem Hube Oel zuzuführen und dasselbe an alle im Dampfe liegenden reibenden Maschinentheile in sehr feiner Vertheilung abzugeben, so den Schiebern, Kolben, Stopfbüchsen. Zu diesem Zweck wird von der Maschine aus eine hin- und hergehende Bewegung abgegeleitet — entweder direct z. B. von der Schieberstange, oder indirect mit Hülfe von zwei Winkelhebeln, welche dem Apparate beigegeben werden; diese Bewegung wirkt auf den Hebel D mittelst der verschiebbaren Oese, je nach deren Stellung man einen oder mehrere Zähne des Rades E vorschiebt. Auf der Axe des Rades E sitzt die Schnecke F, wodurch das Schneckenrad G bewegt, und wodurch der metallene Kolben A in den Cylinder B allmählich heruntergepresst wird. Das im Cylinder B durch Trichter K vorher eingefüllte Oel wird, nachdem der Trichter durch die Schraube geschlossen und der Hahn H geöffnet ist, durch das Röhrchen C beim Arbeiten der Maschine in das Dampfrohr oder in den Schieberkasten eingeführt, genau nach dem Gange der Maschine und nach der Anzahl der bei jedem Hube vorgeschobenen Zähne des Rades E. Es bedarf also nur der Verstellung der Angriffsöse auf den Hebel D, um der Maschine momentan mehr oder weniger Oel zuzuführen, z. B. beim Anlassen der Maschine. Bei Vorschub eines Zahnes bei jedem Maschinenhube wird der Oelinhalt eines Apparates nach circa 120000 Maschinentouren entleert und dadurch alle Theile sehr sparsam aber fortwährend und genügend geschmiert.

Ein Apparat, welcher gleichzeitig auch einen Uebergang zu den Schmierbüchsen für consistente Fette macht, aber auch für Oelschmierung und zwar hauptsächlich in Anwendung ist, ist der Schmierapparat von J. Patrick, dessen Patent Wirth & Co. in Frankfurt a/M. erworben haben.

Der ganz aus Rothguss hergestellte Apparat besteht, wie aus Fig. 283 ersichtlich, aus einem Topf A, in welchen ein zweiter Topf B mittels eines conisch eingeschliffenen Ringes K frei eingehängt ist. Dieser Topf B hat nach unten eine Oeff-

nung, welche durch einen eingeschraubten Stahlconus C verschlossen wird. Ueber dieser Oeffnung ist ein Schutzsieb L angebracht, um etwa in dem Oel enthaltene Unreinigkeiten abzuhalten. Der Deckel F wird fest aufgeschraubt und das Oel durch die darin befindliche Oeffnung G eingegossen. Der eingeschraubte Stahlstift C ist so fest anzuziehen, dass bei normaler Temperatur kein Oel durchkann. Der Deckel F braucht hierzu nicht abgenommen zu werden, sondern man kann die Stellung des Stiftes C mit einem gewöhnlichen Schraubenzieher durch die Oeffnung G verändern und somit den Oelverbrauch genau reguliren. Sobald die Maschine im Gang ist, wird der Apparat warm, die Metalle dehnen sich aus und zwar der Rothguss in stärkerem Maasse, als der Stahlstift, so dass die Berührungsflächen beider nicht mehr dicht an einander schliessen. Es entsteht zwischen dem Conus und seinem Sitz ein Canal, durch welchen das Oel, das für Metall eine grössere Ausdehnungsfähigkeit als für Wasserdämpfe besitzt, nach unten gezogen wird. Das Oel durchläuft also erst das Sieb L, dann die Oeffnungen e e, gelangt schliesslich, wie eben erwähnt, in das Abflussrohr und von da in den Cylinder. Dieser erhält also eine vollständig gleich-

Fig. 283.



J. Patrick's Schmierapparat.

A, *B* Töpfe. *C* Stahlconus. *F* Deckel. *G* Oeffnung. *H* Knopf. *K* Ring. *L* Stab. *e*, *e* Oeffnungen.

mässige und sehr ökonomische Schmierung, was bei den wohl am meisten verbreiteten Doppelhahn-Apparaten, welche gleich nach der Füllung alles Oel abgeben und dann den Kolben ohne Schmiere laufen lassen, keineswegs der Fall ist.

Die Grösse der Apparate sollte natürlich im richtigen Verhältniss zur Grösse der Maschine stehen, damit eine Füllung pro Tag genügt.

Apparate auf Niederdruckmaschinen können auch während des Betriebes auf folgende Art nachgefüllt werden: Man lockert den Knopf *H*, damit die im Innern enthaltene Spannung entweichen kann; siedet dabei Oel heraus, so enthält der Apparat noch Oel genug und kann wieder zugeschraubt werden. Im anderen Fall nimmt man den Knopf *H* ganz ab und füllt Oel nach.

Apparate auf Hochdruckmaschinen müssen mit einem Abstellhahn versehen sein, wenn sie während des Betriebes nachgefüllt werden sollen.

Ein Einfrieren des Apparates ist unmöglich, weil, sowie der Dampf angelassen wird, derselbe durch das Bohrloch des Gewindezapfens in den zwischen den beiden Töpfen *A* und *B* befindlichen freien Raum eintritt und den ganzen Apparat warm hält. Für Locomotiven und Maschinen, welche der Witterung ausgesetzt sind, ist dies von Wichtigkeit.

Die Wirkung des Patrick'schen Apparates ist bei einfachster Construction eine durchaus rationelle und zuverlässige. Dabei ist der Apparat bei allen Arten von Dampfmaschinen, Locomotiven, Dampfhämmern, Dampfstanzen etc. anwendbar und für jede Art von Schmiermitteln, ob consistent, dick- oder dünnflüssig, geeignet. Der Abfluss des Oeles kann sich nie verstopfen, weil die sich stets wieder anschliessenden Metalle etwaige Unreinigkeit wegdrücken.

Nicht minder zahlreich sind die Schmierapparate (Schmierbüchsen) für consistente Fette; sie dienen hauptsächlich zur Schmierung von Wellen, leer laufenden Riemenscheiben, Charnieren der Steuerungsmechanismen, Triebwerkslagern, Werkzeugmaschinen.

Die Fettschmierbüchsen bedingen durch die festere Form grössere Bequemlichkeit und Reinlichkeit in der Bedienung, anderntheils durch die Einfachheit geringere Anschaffungskosten. Insofern beim Füllen der Schmierbüchsen mit Fett kein so grosser Verlust eintreten kann, wie bei leichtflüssigen Oelen, und der Zulauf des Fettes in die Lager eher auf zu wenig eingestellt werden kann, wird auch bei der Fettschmierung eine Ersparniss gegenüber Oelschmierung erzielt; wodurch allerdings nicht selten auch Arbeitsverluste hervorgerufen werden. Da minder gutes Oel beim Stehen in den Schmierbüchsen leicht ranzig oder zähflüssig wird, Fett sich hingegen länger gleichmässig hält, so kann auch hieraus ein gewisser Vorzug der Fettschmierung vor der Oelschmierung — Oelbad, Seite 972 — gefolgert werden.

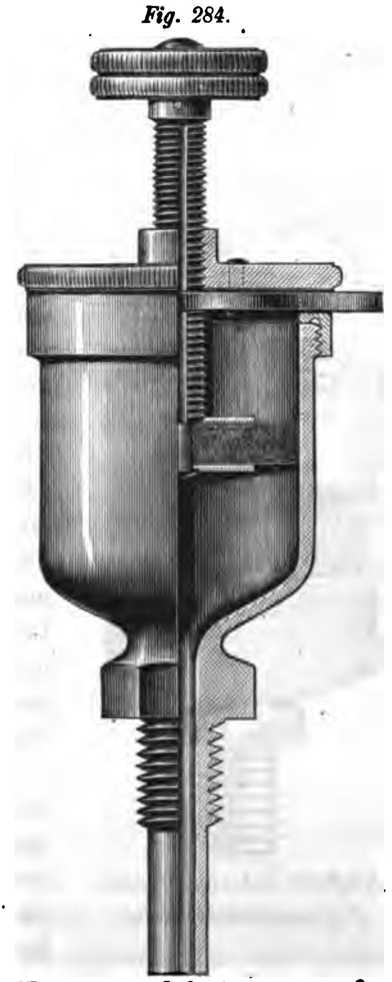
Die Fettschmierung kann nun entweder selbstthätig eingerichtet sein, d. h. der Nachdruck des Fettes in das Lager erfolgt durch Gewichtsbelastung mit Schrot oder Federwirkung für die ganze Füllung der Schmierbüchse ohne weiteres Eingreifen oder Stellen von der Hand, oder die Fettschmierung wird wie beim Schmieren mit der Oelkanne zeitweise vorgenommen, wobei jedoch die Schmierbüchse immer auf dem Lager bleibt, oder die Schmierung wird mit einer Schmierspritze vorgenommen. Die erstere Art wird sich mehr bei schwer und gefährlich zugänglichen Lagern empfehlen, die zweite Art hingegen wird dort anwendbar sein, wo eine ständige Ueberwachung der Lager vorhanden und je nach dem zeitweiligen Laufe oder der wechselnden Arbeitsübertragung ein vorübergehendes Eingreifen in die Zuführung des Schmiermittels erforderlich ist.

Der älteste Apparat für consistente Fette ist der von Tovote (1862), welcher sich bis auf die heutige Zeit in Gunst erhalten hat. Von den bekannteren sind zu erwähnen die Schmierbüchsen von Bitter, Kötter, Pellenz, Reisert, Stauffer, Bolte etc. und namentlich die folgenden:

Bei Hosemann's Schmierapparat (Liegnitz) für consistentes Fett — Fig. 284 — ist ein selbstthätiges Schmieren der Wellen etc. ausgeschlossen, was für den Fettverbrauch nur

vortheilhaft sein kann. Durch die wechselnden Temperaturverhältnisse wird das Schmiermaterial bei den gebräuchlichen selbstthätigen Methoden den Lagerstellen bald in zu grossen und bald in zu geringen Mengen zugeführt, was einestheils Verschwendung und anderntheils die Gefahr des Warmlaufens verursacht. Der Apparat besteht 1. aus einem messingenen Gefässe zur Aufnahme des Fettes mit eben solchem Deckel, 2. aus der mit Nuthen versehenen Schraubenspindel in Verbindung mit dem dicht anschliessenden Korkkolben zur Auspressung des Schmiermaterials und 3. aus der Sperrvorrichtung. Die letztere ist durch ein Niet an dem Deckel des Gehäuses so befestigt, dass sie sich in einem Schlitze desselben drehen kann. Die Vorrichtung verhindert das Zurückgehen des Kolbens und markirt, in die Spindelnuthen eingreifend, genau die Zahl der Umdrehungen, welche nach bestimmten Zeiträumen gemacht werden müssen, um die Axe genügend zu schmieren.

Fig. 284.

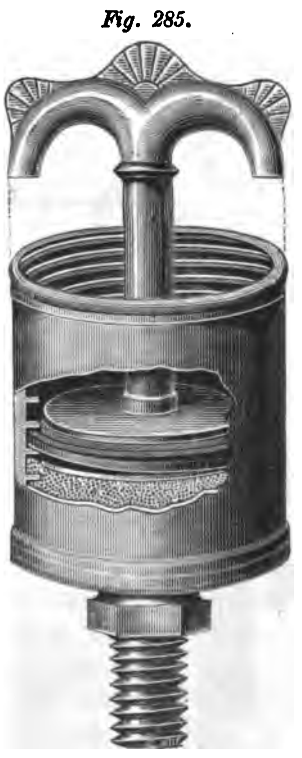


Hosemann's Schmierapparat für consistente Fette.

Der Apparat wird, wie die anderer Constructionen auch, derart auf den Lagerdeckel geschraubt, dass das Ausflussrohr die Welle nicht berührt, sondern noch einige Millimeter davon entfernt bleibt und eine dichte Leitung von der Büchse bis zur Reibungsfläche

bildet. Sehr zu empfehlen ist es, das Gefäss so fest aufzuschrauben, dass sich das Fett zwischen den Gewinden nicht durchpressen kann. Bei schwer zugänglichen Schmierstellen wird das betreffende Lager durch ein Rohr mit dem Apparate verbunden und ist es ganz gleich, ob dasselbe oben, unten oder seitwärts angebracht werden soll.

Fig. 285.



Kiefer's Schmierapparat für consistente Fette.

Bei der Füllung des Gefässes dreht man unter Auslösung der Sperrklinke die Spindel soweit in die Höhe, bis der Korkkolben an der inneren Fläche des Deckels aufsitzt. Nachdem der Deckel abgenommen ist, wird das Gefäss bis etwa 5 Cm. vom oberen Rande gefüllt und ersterer wieder aufgeschraubt. Ist der Apparat einige Zeit im Betriebe, so lässt sich genau feststellen, nach wie viel Zeit eine ganze oder eine halbe Drehung der Schraubenspindel vorgenommen werden muss, um das Lager genügend zu schmieren. Jedoch ist hierbei darauf zu achten, dass das Fett nicht an den Lagerenden herausquillt.

Die G. Kiefer'sche Schmierbüchse (Feuerbach-Stuttgart) unterscheidet sich wesentlich von den vorher angeführten, bei welchen die Lederkolben oder Korkkolben etc. stumpf an einer glatten Wand, durch alle erdenklich complicirten Vorrichtungen herabgedrückt werden.

Die Schmierbüchse hat, wie aus der Abbildung — Fig. 285 — ersichtlich, in ihrem Hohlraum eine Laufnute mit sehr wenig Neigung, worin sich eine Lederscheibe befindet, welche genau nach der Nute bearbeitet ist und welche sich von drei Seiten

dicht anschliessend in derselben hinabdreht. Das Leder hat ausserdem die Eigenschaft durch das Fett in der Nute aufzuquellen und dadurch wird ein hermetischer Abschluss erzielt.

Um die Lederscheibe leicht und bequem gegen den Boden drehen zu können, ist der Handgriff so construirt, dass die beiden herabgebogenen Enden des Griffes genau auf die Kante der Büchse aufstossen, wenn alles Fett verbraucht ist; es lässt sich also nach dem Stande des Griffes berechnen, wie viel Fett noch vorhanden ist. Ausserdem trägt der Griff noch zwei Farben, um zu wissen, ob eine halbe Drehung oder ganze vorgenommen ist.

Fig. 286.

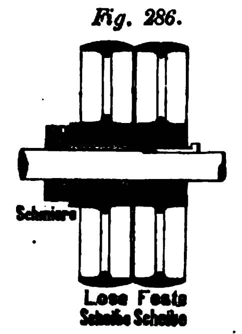
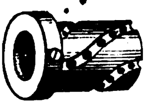


Fig. 287.



Lünnemann's Schmiervorrichtung für Leerlaufscheiben.

Leerlaufscheiben oder lose Riemenscheiben greifen in staubigen Räumen die Welle, auf welcher sie laufen, an, es sind deshalb die vorhererwähnten Schmierbüchsen z. B. in Sodafabriken, Salzmühlen, Cementfabriken, Düngerfabriken etc. nicht viel werth, weil das Fett niemals die ganze Lauffläche bedeckt und der Schmiervorrath gewöhnlich bald aufgezehrt ist.

Lünnemann hat deshalb eine Schmiervorrichtung für Leerlaufscheiben gemacht, wie sie in der Fig. 286 und 287 abgebildet ist. Die Vorrichtung besteht in einer an beiden Enden auf der Axe schliessenden Büchse von Gusseisen oder einem anderen Metall. In dem Rande der Büchse, welcher zu gleicher Zeit als Stellring dient, befinden sich zwei Stellschrauben — Fig. 287 —, durch welche die Büchse auf der Welle befestigt wird. Diese hat im inneren Theile eine entsprechende Erweiterung zur Aufnahme von Schmiermaterial, dessen Zuführung am leichtesten und raschesten durch eine Schmierspritze geschieht. Als bestes Schmiermaterial hat sich consistentes Fett erwiesen. Die Construction ist einfach, es

sind Schmiercanäle in Form von Schraubenlinien — eingefrässte, vertiefte, spiralförmige Rinnen, Fig. 287 — rings um eine cylindrische Büchse geführt, welche kleine Löcher von 6—8 Mm. Durchmesser eingebohrt enthalten. Durch diese wird das Fett in Folge der Centrifugalkraft nach aussen getrieben, auf welcher äusseren Schmierfläche die innere cylindrische Fläche der losen Riemenscheibe läuft. Eine Füllung der Büchse soll für mehrere Wochen genügen.

Zur Wiedergewinnung des bei der Schmierung der Kolben- und Schieber-Gleitflächen von Dampfmaschinen verbrauchten Oeles aus dem Dampfwasser sind an die Auspuffleitungen Apparate — Sammelbassin — zu schalten, oder bei Condensationsmaschinen solche mit dem Condensator in Verbindung zu bringen, welche das Oel abscheiden. Diese Oelabscheidung ist namentlich dort nothwendig, wo das Dampfwasser unmittelbar zur Kesselspeisung wieder benutzt wird. Um zu verhindern, dass aus den Sammelbassins Oel in den Dampfkessel gepumpt wird, wird für gewöhnlich ein Schwimmer mit Ventilstange angebracht, welcher ein Ventil sofort schliesst, wenn ein zu niedriger Wasserstand im Sammelbassin eintritt; es ist dann auch angezeigt, das Oel durch einen Hahn nach dem Standrohre abzulassen.

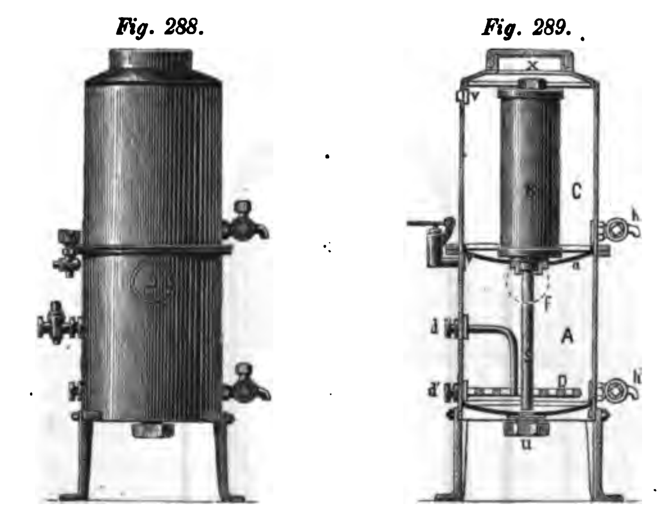
Eine Unmasse noch brauchbares Oel und Fett aus den Oelfängern geht verloren; nur wenige Fabriken filtriren und benutzen das Oel aus den Tröpfelpfannen wieder, obwohl dies leicht geschehen kann. Schwere Mineralöle lassen sich zwar nicht gut filtriren, sie lassen sich aber zuweilen durch ein feines Messingdrahtsieb seihen. Mineralöle, welche kleinste Partikelchen Schmutz oder Metall in Suspension enthalten, sind in ihren Eigenschaften dadurch nicht gestört und können durch Ansammeln und längeres Absetzenlassen in geeigneten Behältern gereinigt werden. Befinden sich diese Behälter an einem warmen Platze, so wird das Absetzen sehr beschleunigt.

Alle animalischen und vegetabilischen Oele werden durch den Gebrauch an der Luft ranzig, sie zersetzen sich und die entstandene Säure greift die Oberfläche der Zapfenlager an, es ist deshalb am besten, das Oel an Seifensiedereien zu verkaufen, oder sich der geringen Mühe zu unterziehen, die Säure

zu beseitigen, d. h. zu neutralisiren und geschieht dieses am besten durch einfaches Waschen des Oeles mit nicht zu starkem klaren reinen Kalkwasser, es wird dadurch das Oel nicht verseift, sondern das Oel scheidet sich klar über kalkseifehaltigem Wasser ab und kann wieder verbraucht werden. Auch bei Gemischen von Mineralölen mit Rüböl, Olivenöl etc. ist diese Reinigung angezeigt.

Zur Filtration schon gebrauchter Schmieröle — Tropföle, Lecköle — sind besondere Apparate construirt.

Fig. 288. *Fig. 289.*



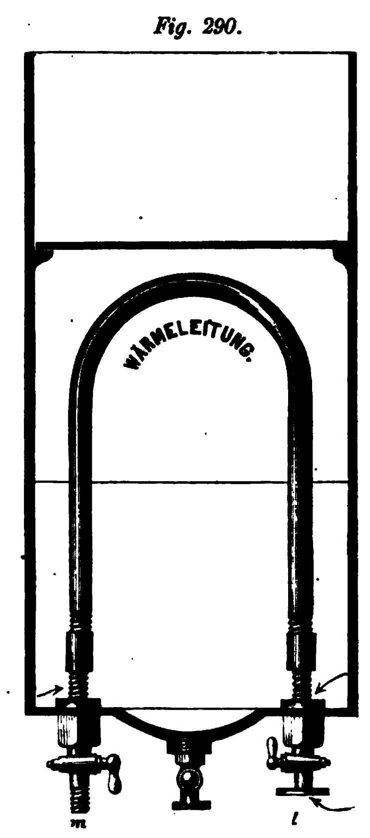
G. L. H. Franken's Filtrirapparat für gebrauchte Schmieröle.

A Behälter. *B*, *C* Cylinder. *D* Dampfschlange. *F* Oeffnung. *S* Steigröhre. *a* Zwischenblech. *d*, *d'* Stutzen. *h* Ablasshahn. *u* Schraube. *x* Deckel.

Diesem Zwecke dient auch der Filtrirapparat von G. L. H. Franken, Berlin, welcher in Fig. 288 in der äusseren Ansicht, in Fig. 289 im Schnitt dargestellt ist. Die innere Einrichtung des Apparates geht aus der letzteren Abbildung deutlich hervor. Derselbe bildet ein durch eine Scheidewand in zwei Abtheilungen geschiedenes cylindrisches Gefäss, in dessen oberem, engeren Raum *C* ein zweiter, kleiner Cylinder *B* steht. Von diesem Cylinder, dessen unterer Ansatz durch das Zwischenblech *a* hermetisch abgedichtet ist und die Räume *A* und *C* von einander trennt, geht ein Rohr *S* bis dicht an den Boden

der Abtheilung *A*. In der letzteren liegt ferner noch dicht am Boden eine Dampfschlange *D* und ein Dampfeinströmungsrohr; dieses wird mit dem Stutzen *d*, jenes mit *d'* an die Dampfleitung angeschlossen. Ausserdem besitzt der Raum *A*

Fig. 290.



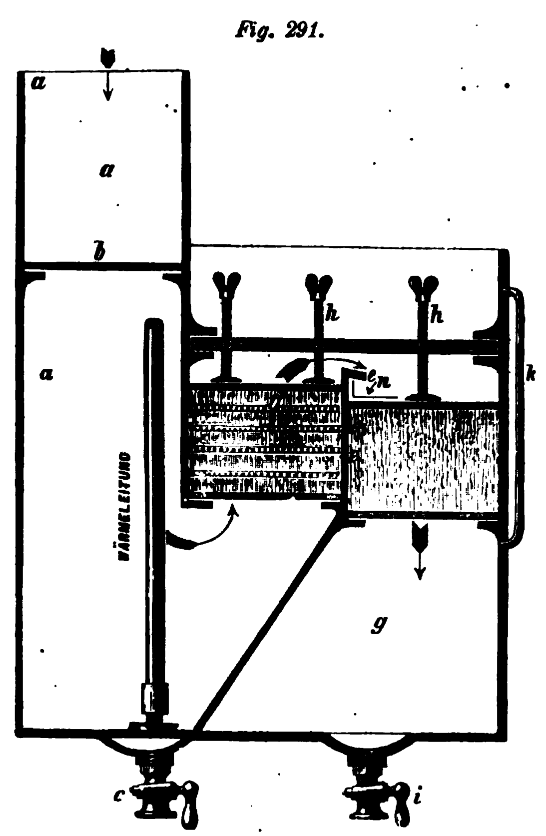
Koellner's Tropföl-

a Oelraum. *b* Siebblech. *c* Hahn. *d* Filterkasten. *e* Scheidewand. *i* Hahn. *k* Luftröhrchen. *l*, *m* Verbindungen

einen Ablasshahn *h* und ein kleines Sicherheitsventil; *F* ist eine im Betriebszustand verschlossene Oeffnung zum Einbringen des zu reinigenden Schmiermaterials. In der oberen Abtheilung *C*, in welcher der Cylinder *B* steht, der das Filtrationsmaterial aufnimmt, ist gleichfalls ein Ablasshahn *h* angebracht.

Das aufgefangene verunreinigte Schmiermaterial wird durch die Oeffnung F in den Raum A eingegossen. Hieranf wird durch Einlassen von Dampf durch die an d und d' angesetzten Rohre bei geschlossenen Hähnen h und h' das dickflüssige Ma-

Fig. 291.



Reinigungsapparat.

f Filterkasten. *g* Raum für geklärtes Oel. *h* Druckschrauben. mit dem Dampfkessel. *n* Weissblech.

terial erweicht und dann durch Einströmenlassen von directem Dampf durch d bei geöffnetem Hahn h das Oel durch die Steigröhre S in den Cylinder B gedrückt. In letzterem werden alle Unreinigkeiten und festen Körper durch das Filtermaterial zurückgehalten, während das gereinigte Schmieröl, nachdem es

die ganze Filterschicht passirt hat, bei x durch entsprechende Oeffnungen austritt, sich im Raum C sammelt und alsdann durch den Hahn h abfliesst.

Functionirt das Filter B in Folge längeren Gebrauches nicht mehr so gut wie zuvor, so nimmt man nach Oeffnen des Deckels x den Cylinder B heraus und entleert denselben seines Inhaltes. Das Filtermaterial kann gewaschen, getrocknet und von neuem benutzt werden. Den Raum A kann man nach Abnahme der Schraube u gleichfalls reinigen.

Der Apparat ist in Folge seiner einfachen Construction leicht zu bedienen und arbeitet, da man die verbrauchte Filtermasse nach dem Auswaschen immer von neuem verwenden kann, sehr ökonomisch.

Der A. Koellner'sche (C. A. Loewe, Berlin) Oelreinigungsapparat ist in den Fig. 290 und 291 — Seite 1004 und 1005 — abgebildet.

Der Raum a wird mit Tropföl bis oben angefüllt. Der im Tropföl befindliche Schmutz, sowie das mitunter im Tropföl befindliche Wasser lagert sich nach unten und wird durch den Hahn c zeitweise aus dem Raum entfernt. Das so vom gröbsten Schmutz und Wasser gereinigte Oel drängt sich allmählich durch sein Gewicht von unten nach oben durch den mit Twist — Baumwollabfälle — vollgepressten Kasten d, steigt über die Scheidewand e, läuft durch den mit Twist vollgepressten Kasten f und sammelt sich schliesslich vollständig klar gereinigt in dem Raum g, von wo es nach Bedarf durch den Hahn i abgelassen werden kann. Damit der Schmutzablasshahn c durch Putzhadern und Putzwolle etc. nicht verstopft wird, ist im Raum a ein Siebblech b angebracht. Zur schnelleren Filtration wird das Oel mittelst der Wärmleitung, welche mit einem Dampfkessel in Verbindung steht, auf 60—100° C., je nach der Consistenz des Oeles, gebracht. Die Wärme kann durch den Dampfablasshahn regulirt werden, indem derselbe mehr oder weniger geöffnet, den Dampf aus der Wärmevorrichtung nur gepresst entweichen lässt. Durch die Druckschrauben h kann die Twistpressung im Apparate regulirt werden und zwar, wenn das Oel zu langsam durch den Twist dringt, so dass das an-

gegebene Quantum Oel nicht geliefert wird, so müssen die Druckschrauben gelockert werden; läuft das Oel nicht vollkommen klar, so ist der Twist zu lose und muss zusammengepresst werden oder ist zu lange im Gebrauch. Das Luftröhrchen *k* gestattet der im Raum *g* befindlichen Luft freien Ein- und Austritt.

Das auf das Siebblech im Twistkasten *f* gelegte Weissblech *n* leitet das Oel nach der Mitte des Twistes, denn ohne dieses Blech würde das Oel dicht an der Scheidewand *e* ablaufen und den Twist nur einseitig berühren und ausserdem ist auf dem Weissblech leicht zu sehen, ob das Oel aus dem ersten Twist rein oder schmutzig kommt, wonach der Twist festgeschraubt oder gelockert werden muss. Im Uebrigen bedarf der Apparat weiter keiner Aufsicht.

---

6. Einwirkung von Schmiermitteln auf Metalle.

Wenn auch durch gute Schmiereinrichtungen und Schmiermittel die Reibungswiderstände herabzumindern sind, so spielen die Zusammensetzungen der Lagermetalle auch in Betreff des Warmlaufens eine bedeutende Rolle; dabei ist ferner die Einwirkung der Schmiermittel auf Metalle zu berücksichtigen.

Es werden unterschieden:

1. **Rothguss** oder **Gelbguss**, Kupferzinnlegierungen mit untergeordnetem Zinkgehalt und
2. **Weissguss, Weissmetall**, welche neben Antimon und Blei wenig Kupfer und viel Zinn enthalten.

Zu Lagerfuttern für Lenkstangen ist nur ein sehr kupferreicher Rothguss zu verwerthen; durch geeignete Zusätze von Zinn und Zink lassen sich Legierungen von bestimmter Härte und Dehnbarkeit darstellen.

Die Weissgusslagermetalle haben den Vortheil leichterer Schmelzbarkeit und können häufig ohne weiteres um den betreffenden Zapfen herumgegossen werden, so dass Ergänzungen an Maschinentheilen sich leicht bewerkstelligen lassen.

Die nachstehende Tabelle enthält die gebräuchlichsten Lagermetalle.

Chemische Zusammensetzung verschiedener Lagermetalle.

I. Rothgusslagermetalle	Kupfer %	Zinn %	Zink %	Andere Metalle %
1. Für Locomotiven.				
Locomotivkolben	89	2	9	—
Lenkstangen von Locomotiven	82	16	2	—
Locomotivaxen	86	14	—	—
Treibaxen bei belgisch. u. engl. Bahn.	89	2,4	7,8	0,80 Eisen
Lagermetalle einer belg. Locomotive	80	16	—	2 Blei 2 Antimon
Lagermetalle der Locomotiven der französischen Nordbahn	82	10	8	—
Metall f. d. Regulatoren einer Locom.	86,8	13,2	—	—
2. Für Eisenbahnwagen.				
Berlin-Stettiner Bahn	88	10	2	—
Berlin-Anhalter Bahn	78,7	7,8	6,4	7,1 Blei
Verschiedener Bahnen	90	10	—	—
	75	20	5	—
	87,7	9,7	2,6	—
3. Für verschiedene Zwecke.				
Lagerfutter und Zapfenlager	83,7	14,2	2,1	—
	74,5	9,5	8,9	7,1 Blei
Zwischenlager (mittelhart)	69,55	21,77	5,88	2,51 Blei
Zwischenlager	83,7	8,8	7,5	—
Treibräder	80,0	18,0	2,0	—
Zapfenlager nach Stolba	72,4	4,7	20,9	1,5 Blei 0,5 Eisen
Kolbenringe	84	3	8,5	4,5 Blei
Kolbenringe	80	16	—	4 Blei
Pumpenstiefel	88	10	2	—
Hähne	80	6	14	—
Excenterbügel	90	8	2	—
Excenterbügel	84	14	2	—
Stopfbüchsen	86,2	10,2	3,6	—
Dampfpfeifen	80,0	18,0	—	2 Antimon

II. Weissgusslagermetalle	Zinn %	Antimon %	Zink %	Kupfer %	Andere Metalle
Für Eisenbahnen.					
Preussen	91	6	—	3	—
Preussen	85	10	—	5	—
Preussen	80	12	—	8	—
Preussen, Hannöversche Bahnen, unter dem schwersten Druck bewährt	86,81	7,62	—	5,57	—
Bayern, dauerhaft, kalt gehend	90	8	—	2	—
Oestreich, Staatsbahn	90	7	—	3	—
Englische Lagermetalle	77,0	19,4	2,8	—	—
Englische Lagermetalle	53,0	10,60	1,0	2,4	33% Blei
Englische Lagermetalle für schwere rotirende Wellen	17,47	—	76,14	5,69	—
Antifrictionsmetall nach Schmidt	14,0	80	—	5	1% Nickel
Dampfschieber	83,2	11,2	—	5,6	—
Rad- und Schraubenwellen	72,7	18,2	—	9,1	—
Eisenbahnwagen und gröbere Maschinen	—	16	—	—	84% Blei
Eisenbahnwagen härter und fester	20	20	—	—	60 „ „
	—	12	—	8	80 „ „

Die Erfahrungen, welche in der ersten Zeit mit den aus Rothguss hergestellten Lagerfuttern gemacht sind, waren durch das häufige Heisslaufen der Axen und Beschädigung der Gleitflächen nicht befriedigend und wurde dies der zu grossen Härte der Lagerschalen zugeschrieben; deshalb wurden auch sehr bald Versuche mit weicheren Gelblegierungen und mit Weissgusslagermetallen angestellt, die aber nur nach umfangreichen Versuchen für leicht belastete Lager brauchbar sind und haben sich daher einige dieser Weisslegierungen bis in die neueste Zeit im Gebrauch erhalten. Es ist allgemein die Erfahrung gemacht, dass die Weissmetalllager, solange sie neu und in gutem Zustande waren, den Anforderungen entsprachen und weniger zum Heisslaufen Veranlassung gaben als das Rothgusslager. Nach kurzem Gebrauche stellte sich indessen heraus, dass sie sich rasch abnutzten, dass die Gleitflächen in schlechten Zustand kamen und dass oft sogar die Schmiernuten verlegt wurden, wodurch der Oelzutritt behindert wurde. Aus Sparsamkeitsrücksichten sind in späterer Zeit die vielfach auch jetzt noch im Gebrauch befindlichen Zusammenfügungen gemacht, dass Lagerschalen aus Rothguss ausgehöhlt und die Höhlung mit einer Weisslegierung ausgegossen wurde. Der Rothguss hat den Zweck, dem Lager den nöthigen Halt bei Erschütterungen und Stössen gegen das Zerdrücken zu geben, während der Weissguss die Reibung zwischen dem Lagerhalse und der Schale vermindern sollte. Da ferner der Schmelzpunkt des Weissguss bedeutend tiefer als der des Rothguss liegt, so konnte bei vorgeschrittener Abnutzung ersteres ausgeschmolzen und durch neues ersetzt werden; es handelt sich dann nur noch um die Wahl des Weisslagermetalls und zwar liefern aus Zinn, Antimon, Kupfer hergestellte Legierungen die härteren, während die weicheren Legierungen die sogenannten „Bleicompositionen" sind, in welchen Blei vorherrschend ist. In neuerer Zeit wird den härteren Weisslegierungen der Vorzug gegeben.

Die Bezeichnungen **Patentlagermetall**, **Antifrictionsmetall** dienen nur zur Reclame.

Vielfache Versuche sind mit der 1871 von Künzel erfundenen **Phosphorbronze** als Lagermetall gemacht worden, es ist

eine Legierung von 90—95 % Kupfer, 9—5 % Zinn und circa 1 % Phosphor, ebenso mit der Manganbronze und namentlich mit dem Manganrothguss aus 86 % Kupfer, 6 % Zinn, 5 % Zink und 3 % Mangan bestehend. Die Versuche sind noch nicht zum Abschluss gelangt, es scheinen jedoch die Bronzen sehr gut verwerthbar, da beide Bronzenarten eine sehr grosse Festigkeit und Härte neben Dehnbarkeit und Dichtigkeit besitzen.

Aus 40 Theilen Zinn, 40 Theilen Blei, 4 Theilen Kupromangan (70 Theilen Kupfer und 30 Theilen Mangan) und 16 Theilen Antimon wird auch ein sehr brauchbares Weissgussmetall hergestellt.

Dass Fette und Oele, namentlich ranzige, auf Metalle einwirken, ist eine altbekannte Thatsache, wie weit aber diese Einwirkung bei den verschiedenen Oelen geht, war bis dahin nicht näher untersucht.

J. J. Redwood hat nun die Einwirkung der Oele auf Metalle hauptsächlich zu dem Zwecke untersucht, um unterscheiden zu können, welche Oele sich zur Mischung von Schmierölen am besten eignen und aus welchem Materiale Gegenstände — namentlich auch Behälter —, die mit Oelen in längerer Berührung bleiben, angefertigt werden müssen.

Zu den Versuchen, welche Redwood angestellt hat, wurden die Metalle des gewöhnlichen Gebrauchs angewandt; nachdem dieselben gereinigt, mit Aether gewaschen und getrocknet worden waren, wurden sie gewogen und mit 15 Cc. Oel in Röhren zusammengebracht. Die verkorkten Röhren blieben 12 Monate hindurch, im Sommer bei einer durchschnittlichen Temperatur von 12° C., im Winter bei 3—4° C. aufbewahrt. — Das Talgöl war während 5 Monaten erstarrt. — Nach Ablauf der 12 Monate wurden die Metallstücke aus den Röhren herausgenommen, mit Aether abgewaschen und nach dem Trocknen (mit Baumwolle) gewogen.

Die Einwirkung der Oele auf die Metalle war theils eine zerstörende, ohne dass gelöste Metalle aufgenommen wurden, dieselben fanden sich vielmehr als Niederschlag vor, theils eine so geringe, dass zwar Spuren der betreffenden Metalle im Oele

nachgewiesen, in manchen Fällen ein Gewichtsverlust der Metalle nicht festgestellt werden konnte. Die Resultate der Untersuchungen hat Redwood in zwei Tabellen niedergelegt, aus der einen geht hervor, dass:

Mineralschmieröl keine Einwirkung auf Kupfer und Zink ausübt, am wenigsten Messing und am meisten Blei angreift.

Olivenöl greift am meisten Kupfer, am wenigsten Zinn an.

Rüböl hat keine Wirkung auf Messing und Zinn, wirkt wenig auf Eisen, am meisten auf Kupfer.

Talgöl wirkt am meisten auf Kupfer, am wenigsten auf Zinn.

Specköl und **Schweinefett** greift am wenigsten Zink, am meisten Kupfer an.

Baumwollensamenöl hat die geringste Wirkung auf Blei, die stärkste auf Zinn.

Walratöl — Sperm oil — wirkt am stärksten auf Zink, am geringsten auf Messing ein.

Walfischthran — Wale oil — greift Zinn garnicht, am wenigsten Messing und am meisten Blei an, während

Seehundthran — Robbenthran — Messing am wenigsten, Kupfer am meisten angreift.

Andererseits folgt aus den Versuchen, dass:

Eisen am wenigsten durch Seehundthran, am stärksten durch Talgöl,

Messing — Bronze — garnicht von Rüböl, am wenigsten von Robbenthran und am meisten von Olivenöl,

Zinn garnicht von **Rüböl**, wenig von Olivenöl, am meisten von Baumwollensamenöl,

Blei am wenigsten von Olivenöl, am stärksten vom Wallfischthran, Sperm oil und Walratöl angegriffen wird.

Zink scheint vom Mineralschmieröl nicht angegriffen zu werden. Am wenigsten scheint Specköl, am meisten Walratöl einzuwirken.

Kupfer endlich bleibt unangegriffen von Mineralschmieröl, am wenigsten findet durch Walratöl, am meisten durch Talgöl Einwirkung statt.

Aus Redwood's Versuchen ergiebt sich, dass mineralische Schmieröle im Allgemeinen die geringste, Spermöl dagegen die stärkste Wirkung auf Metalle ausüben. Zum Schmieren schwerer Maschinen ist Rüböl, gemischt mit Mineralschmieröl am besten geeignet, da dieses Gemisch geringe Wirkung auf Eisen und Messing hat. Talgöl und Specköl sollte so wenig wie möglich zum Schmieren gebraucht werden, da es bedeutend auf Eisen wirkt.

XV. Prüfungsmethoden für Mineralöle. Verfälschungen. Unterscheidung amerikanischer und russischer Schmieröle.

Der Hauptsache nach kann es sich hier nur um Methoden zur Untersuchung der Schmiermittel handeln, denn Prüfungsmethoden sind bei den einzelnen Producten angegeben, und die Methoden zur Bestimmung der physicalischen Eigenschaften von Mineralölen sind eingehend im Cap. VI — Seite 364—465 — behandelt, so dass auf dieses Capitel und Cap. XIV, Abschnitt 2 — Seite 896—947 — ganz besonders zu verweisen ist.

Ehe auf Einzelheiten eingegangen wird, mögen einige Lieferungsbestimmungen der verschiedensten Bahnen mitgetheilt werden, um auch gleichzeitig zu zeigen, wie verschieden noch die Anforderungen sind.

I. Königl. Eisenbahn-Direction Berlin.

Mineralschmieröle. Das Mineralöl, welches zum Schmieren der Eisenbahn-Fahrzeuge dient, muss vollkommen gereinigt und entschleimt, sowie säurefrei sein, darf trocknende Eigenschaften nicht besitzen, d. h. in dünnen Lagen längere Zeit den Einwirkungen der Luft ausgesetzt, weder verharzen, noch zu einer zähen, firnissartigen Schicht eintrocknen. Das Oel soll sich mit vegetabilischen Oelen in jedem Verhältniss mischen lassen, bei 15° C. ein specifisches Gewicht von nicht unter 0,900 und nicht über 0,925 besitzen, auf 160° C. erhitzt entflammbare Dämpfe nicht entweichen lassen, selbst bei starkem Erhitzen nicht schäumen und bei — 5° C. noch keine festen Ausscheidungen absondern. Dasselbe darf ferner nur schwachen Ge-

ruch besitzen und muss in Benzin vollkommen löslich sein. Bei längerem Lagern darf es keinen Bodensatz bilden.

Im Uebrigen ist dasselbe in einer zur Schmierung der Eisenbahn-Fahrzeuge geeigneten Qualität und in einer diesem Verbrauchszweck, sowie der Jahreszeit entsprechenden Zähflüssigkeit zu liefern. Mineralöl, welches Harz oder Theeröle irgend welcher Art enthält, ist von der Abnahme ausgeschlossen.

Das Cylinderschmieröl, welches zur Schmierung der unter Dampf gehenden Maschinentheile zur Verwendung kommt, darf auf 220° C. erhitzt, entflammbare Dämpfe nicht entweichen lassen, der Erstarrungspunkt muss unter —5° C. liegen. Dasselbe ist ebenfalls in einer dem Verbrauchszweck entsprechenden Beschaffenheit zu liefern.

Vegetabilisches Schmieröl für Locomotiven. Das Oel, welches als Schmiermaterial für Locomotiven und Tender Verwendung findet, muss ein flüssiges, durchaus klares und gut abgelagertes Fett animalischen oder vegetabilischen Ursprungs sein, welches weder Mineralsäure, noch auch Harzschleim, Harzöl, Theeröle, Mineralöl oder Destillationsproducte dieser Substanzen enthalten, auch bei längerem Lagern keinen Bodensatz bilden darf. Der etwaige Gehalt an freier Fettsäure darf 0,3 % (auf Schwefelsäure-Anhydrid berechnet) nicht übersteigen. Fette Oele, welche trocknende Eigenschaften besitzen, d. h. in dünner Lage den Einwirkungen der Luft ausgesetzt, verharzen oder zu einer zähen, firnissartigen Schicht eintrocknen, sind von der Abnahme ausgeschlossen.

Petroleum. 1. Das zu liefernde bestgereinigte Petroleum (Standard white, wenn amerikanisches Petroleum angeboten wird) muss klar und wasserhell sein, eine weisse oder gelblichweisse, bläulich schimmernde Farbe, bei Erwärmung auf 15° C. ein specifisches Gewicht von nicht unter 0,795 und nicht über 0,810, bezw. wenn kaukasisches Petroleum angeboten wird, nicht über 0,825 und weder den Geruch roher Naphta noch den des Rohpetroleum haben.

2. Unter einem Barometerstande von 760 Mm. darf dasselbe bei einer Erwärmung auf weniger als 25° C. entflammbare Dämpfe nicht entweichen lassen.

3. Die Untersuchung desselben auf seine Entflammbarkeit erfolgt mittelst eines durch die kaiserl. Normal-Aichungs-Commission zu Berlin beglaubigten Abel'schen Petroleumprobers unter Beachtung der vom dem Herrn Reichskanzler unterm 21. April 1882 wegen Handhabung des Abel'schen Probers erlassenen näheren Vorschriften.

4. Atteste von Testbureaus, welche die bedingungsgemässe Beschaffenheit des angelieferten Petroleum auf Grund einer sogenannten procentischen Prüfung oder auf Grund anderer Prüfungsmethoden bescheinigen, werden als für die Prüfung und Abnahme maassgebend nicht anerkannt.

2. Königl. Eisenbahn-Direction Breslau.

Mineralmaschinenschmieröl. Dasselbe muss zum Schmieren der Locomotiven, stehenden Dampfmaschinen etc. geeignet, vollkommen gereinigt, entschleimt und von ziemlich dickflüssiger Consistenz sein, darf keine trocknenden Eigenschaften besitzen, d. h. es darf, in dünnen Lagen längere Zeit den Einwirkungen der Luft ausgesetzt, weder verharzen noch zu einer zähen firnissartigen Schicht eintrocknen. Auch dürfen in demselben keine bituminösen Beimengungen, Säuren oder Harzöle vorhanden sein.

Das Oel muss bei 15° C. ein spec. Gewicht nicht unter 0,900 und nicht über 0,925 haben, darf erst bei Erwärmung auf 160° C. entflammbare Dämpfe entwickeln, selbst bei starkem Erhitzen nicht schäumen, bei — 5° C. keine festen Ausscheidungen bilden, nur schwach riechen und auch bei längerem Lagern keinen Bodensatz bilden; in Benzin muss sich dasselbe vollkommen lösen.

Maschinenschmieröl (vegetabilisches). Das aus rohem Rüböl hergestellte Oel ist zum Schmieren der unter Dampf gehenden Theile der Locomotiven, sowie der stehenden Dampfmaschinen etc. bestimmt und muss die hierzu nöthigen Eigenschaften besitzen. Der Säuregehalt, durch den M. Burstyn'schen Oelsäuremesser festgestellt, darf 6° nicht überschreiten.

Beim Versetzen mit 1 % Schwefelsäure darf nur ein ge-

ringer, bestem Oel entsprechender Bodensatz entstehen und muss sich derselbe wieder vollständig klären.

Das Oel muss einen Fettgehalt von 37—38° und ein specifisches Gewicht von 0,913—0,914 bei 15° C. haben.

3. Königl. Eisenbahn-Directionen von Elberfeld und Bromberg.

Mineralöl für Locomotiven. Das Oel, welches zum Schmieren der Locomotiven verwendet werden soll, muss reines, gut raffinirtes Erdöl, in auffallendem Lichte von grüner, in durchfallendem Lichte von brauner Farbe sein, und mit Rüböl oder anderen Erdölen sich in jedem Verhältniss mischen lassen. Das Oel soll frei von Schleim, Harzen, Säuren, Alkalien, Salzen, Theer und Wasser sein und darf keine Beimischungen von Paraffinrückständen enthalten. Dasselbe darf keine trocknenden Eigenschaften besitzen und sich bei längerem Lagern nicht verändern. Das specifische Gewicht soll bei 15° C. zwischen 0,9 und 0,92 liegen. Die Consistenz soll sich innerhalb der gewöhnlichen Temperaturgrenzen nur wenig ändern.

Das Oel soll unter 160° keine entzündlichen und unter 200° keine dauernd brennbaren Dämpfe entwickeln und darf selbst bei starkem Erhitzen nicht schäumen.

Natronlauge von 1,40 specifischem Gewicht darf weder in der Kälte noch bei 100° C. in irgend einer Weise auf das Oel einwirken. Die Zähflüssigkeit des Oels bei 50° C. soll nicht geringer sein als die des rohen Rüböls. Bei 5° C. soll das Oel durch eine 5 Mm. weite Röhre bei einer Druckhöhe von 30 Mm. noch durchfliessen.

Mit Schwefelsäure von 1,53 specifischem Gewicht behandelt, darf das Oel sowohl in der Kälte als auch bei 100° C. die Säure höchstens schwach gelb färben, irgend welche Abscheidungen (Kohle, Asphalt etc.) dürfen durch die Säure nicht hervorgerufen werden.

Beim Schütteln des Oeles mit Salpetersäure von 1,45 specifischem Gewicht in gleichen Raumtheilen darf bei Annahme einer Ausgangstemperatur von 15° C. eine Temperaturerhöhung von nur höchstens 20° C. eintreten.

Mineralöl für Wagen. Das Oel, welches zum Schmieren der Wagen verwendet werden soll, muss reines, gut raffinirtes Erdöl, in auffallendem Lichte von grüner, in durchfallendem Lichte von brauner Farbe sein, und mit Rüböl oder anderen Erdölen sich in jedem Verhältniss mischen lassen. Das Oel soll frei von Schleim, Harzen, Säuren, Alkalien, Salzen, Theer und Wasser sein. Es darf keine trocknenden Eigenschaften besitzen und sich bei längerem Lagern nicht verändern. Das specifische Gewicht soll bei 15° C. zwischen 0,88 und 0,92 liegen. Die Zähflüssigkeit soll sich innerhalb der gewöhnlichen Temperaturgrenzen nur wenig ändern, das Oel darf bei einer höheren Temperatur als — 10° C. nicht erstarren; auch soll dasselbe unter 160° keine entzündlichen und unter 180° keine dauernd brennbaren Dämpfe entwickeln und darf selbst bei starkem Erhitzen nicht schäumen. Im Uebrigen wie oben.

4. Königl. Eisenbahn-Direction Frankfurt a/M.

Mineralschmieröl soll reines Mineralöl von ziemlich dickflüssiger Consistenz, im auffallenden Lichte von grüner, im durchfallenden Lichte von brauner Farbe sein und mit vegetabilischen Oelen sich in jedem Verhältniss mischen lassen.

Das specifische Gewicht des Mineralschmieröls darf bei 15° C. nicht unter 0,873 und nicht über 0,915 liegen. Das Oel soll bei einer Temperatur unter 160° C. keine entzündlichen und unter 180° C. keine andauernd brennbaren Dämpfe entwickeln, selbst bei starkem Erhitzen nicht schäumen und erst bei — 5° C. in den nicht flüssigen Zustand übergehen. Natronlauge von 1,4 specifischem Gewicht darf weder in der Kälte noch bei 100° C. in irgend einer Weise auf das Oel einwirken. Bei der Behandlung des Oels mit Schwefelsäure von 1,53 specifischem Gewichte darf die Säure sowohl in der Kälte als auch bei 100° C. gar nicht oder doch nur schwach gelblich gefärbt werden. Bei der Behandlung des Oels mit Salpetersäure (gleiche Volumina Salpetersäure von 1,45 specifischem Gewicht und Oel bei einer Temperatur von 15° C.) darf die Temperaturerhöhung 9° C. nicht übersteigen.

Das Mineralöl soll durchaus schleim- und säurefrei sein und beim Filtriren keinen Rückstand auf dem Filter hinterlassen.

5. Königl. General-Direction der sächsischen Staatseisenbahnen.

Das zu liefernde Mineralöl dient zum Schmieren der Locomotiven, sowie der Tender- und Wagenaxen. Es muss sich dasselbe zum Schmieren der dampferwärmten Theile an den Locomotiven (Cylinder, Dampfschieber etc.) ebensogut eignen, wie zum Schmieren der Eisenbahnwagenaxen.

Das Oel muss völlig säure-, theer-, harz- und wasserfrei sein, dasselbe darf ferner je nach der Jahreszeit weder zu dünn- noch zu dickflüssig werden und bei längerer Lagerung keinen Bodensatz bilden.

Bei einer Temperatur von — 10° C. muss das Oel noch hinreichend gut fliessend bleiben, d. h. das Oel darf nicht so dickflüssig sein, dass hierdurch das Auslaufen desselben aus einer Oelkanne wesentlich erschwert wird.

6. Grossherzogl. Hauptverwaltung der Eisenbahnmagazine Karlsruhe.

Als **Mineralöl**, welches gemischt mit Rapsöl zum Schmieren der Wagen verwendet wird, werden nur Braunkohlentheeröle, Schieferöle, Ozokeritöle und schwere Petroleumöle angenommen, deren specifisches Gewicht zwischen 0,85 und 0,95 variiren darf. Dieselben dürfen keinerlei feste Ausscheidungen enthalten, beim Lagern keine Bodensätze bilden, müssen auch beim Abkühlen auf — 2° C. noch vollkommen flüssig bleiben und sich mit Rapsöl leicht und bleibend in jedem Verhältniss mischen lassen.

Das Mineralöl muss vollkommen klar, durchscheinend, von nicht zu dunkler Farbe sein, genügenden Körper besitzen und darf unter 150° C. noch keine entflammbaren Dämpfe entwickeln. Bei der Destillation darf der Siedepunkt nicht erheblich unter 250° C. liegen und nur eine minimale Menge asphaltartigen Rückstandes zurückbleiben. Säure und alle aus dem rohen Theer und den Reinigungsstoffen stammenden Verunreinigungen müssen vollständig entfernt sein.

Aus diesen Bedingungen ergiebt sich, dass es sich bei der Untersuchung der Oele hauptsächlich um nachstehende Bestimmungen handelt:

1. Specifisches Gewicht — Seite 364 —.
2. Farbe — Seite 396 —, Geruch — Seite 395 —.
3. Temperatur, bei welcher sich entzündliche Dämpfe bilden — Seite 404 und 440 —.
4. Temperatur, bei welcher sich andauernd brennbare Dämpfe bilden — Seite 444 —.
5. Viscosität — Seite 377 und 896 —.
6. Erstarrungspunkt, Schmelzpunkt — Seite 388 —.
7. Bestimmung der ungelösten Bestandtheile.
8. Verhalten gegen Schwefelsäure — spec. Gew. = 1,53.
9. Verhalten gegen Salpetersäure — spec. Gew. = 1,45.
10. Verhalten gegen Natronlauge — spec. Gew. = 1,40.
11. Schleim und andere Bestandtheile.
12. Bestimmung des Säuregrades.

Dazu kommt, dass es sich bei näheren Untersuchungen häufig noch um einzelne Fractionsbestimmungen handelt und diese Prüfungen zur Feststellung eines reinen Oeles etc. nicht hinreichen.

Bei Prüfung, ob die Oele an der Luft verharzen, zäh oder firnissartig werden, ist als Unterlage nur eine kleine Glasplatte zu verwenden und das fragliche Oel sehr dünn aufzutragen, so dass die Glasplatte eigentlich nur beschmiert erscheint. Jede poröse Unterlage, wie es ja häufig geschieht: Holz, poröse Thonplatten oder die Aussenseiten von Porcellanschalen sind zu vermeiden, da die Ergebnisse zu falschen Schlüssen führen; ebenso ist jeglicher Staub abzuhalten, der zu einer Verdickung resp. Verzähung Veranlassung geben kann.

Eine weitere Bedingung ist, dass das Oel nicht trübe und beim Erhitzen nicht schäumen soll, beides bezieht sich auf einen etwaigen Wassergehalt. Oele, die vollkommen klar sind, halten doch bis gegen 1 % Wasser zurück und geben es erst bei ziemlich hohen Temperaturen unter Schäumen ab.

In Betreff der ersten 6 Punkte ist bereits auf die Seitenzahlen verwiesen, wo die Prüfungsmethoden nachzuschlagen sind.

Unter dem Erstarrungspunkt ist, weil keine Einheitlichkeit in der Bezeichnung vorhanden, hier der Verdickungs- resp. Gefrierpunkt — Seite 389 — zu verstehen; es handelt sich einestheils um die Verdickung selbst, anderntheils um eine Ausscheidung von Paraffin und ist letzteres namentlich an den blättrigen Krystallen zu erkennen, wenn die gefrorene Masse auf eine kalte Glasplatte gestrichen und mit einer guten Lupe beobachtet wird; sind Krystalle nicht vorhanden, so liegen nur **Weichparaffine** vor.

Es ist hier noch zu erwähnen, dass bei Fetten und Weichparaffinen das specifische Gewicht bei höheren Temperaturen durchaus nicht im Verhältniss steht zum Schmelzpunkte, sondern es findet das umgekehrte Verhältniss statt, je niedriger der Schmelzpunkt, desto höher das specifische Gewicht bei erhöhten Temperaturen; so ist

			spec. Gew. bei 100° C.
der Schmelzpunkt des Butterfettes	bei	31° C.	0,867—0,868
„ „ „ Schweinefettes	„	41° „	0,860—0,861
„ „ „ Talges	„	47° „	0,859

Amerikan. Cylinderöl I (Vaseline).		spec. Gew. bei 50° C.
B. T. & P. London	26,5° C.	0,863
„ „ II	32,5° „	0,860
„ „ III	34,0° „	0,855

Ausnahmen finden nur statt, wenn die Consistenz gleichzeitig mit von Normalparaffinen abhängig ist.

Ad 7. Zur Bestimmung der ungelösten Bestandtheile genügt es meist, 10 Cc. des fraglichen Oeles in einer gleichen Menge Benzin oder Aether zu lösen, die Lösung durch ein gewogenes Filter zu filtriren, den Rückstand mit den betreffenden Substanzen zu waschen, das Filter zu trocknen und mit dem Rückstande zu wiegen.

Hierher gehören auch die Verdickungsmittel durch Erdseifen, denn diese sind keineswegs in Lösung, wie bereits — Seite 954 — erwähnt, sondern nur in einem aufgequollenen Zustande, dieselben sind in Aether und Petroleumäther unlöslich und es kann nun entweder der Rückstand näher untersucht oder das betreffende Oel direct auf Erdseifen geprüft werden.

Beim Behandeln des Rückstandes mit Salzsäure scheiden sich die Fettsäuren ab und in saurer Lösung bleiben Thonerde, Kalk, Magnesia; auf Zusatz von Ammoniak zur klaren Lösung fällt direct Thonerde aus; diese wird abfiltrirt und zur Hälfte des Filtrates phosphorsaures Natron, zur anderen Hälfte oxalsaures Ammoniak gesetzt, die Entstehung eines

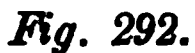
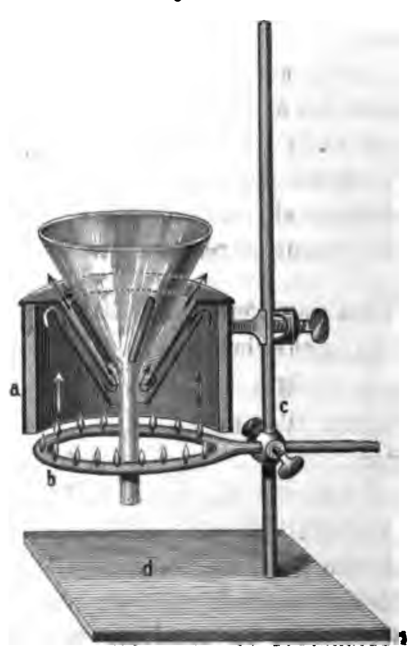


Fig. 292.



Heissluftrichter.

a Heizmantel *b* Ringbrenner. *c* Doppelmuffe. *d* Stativ.

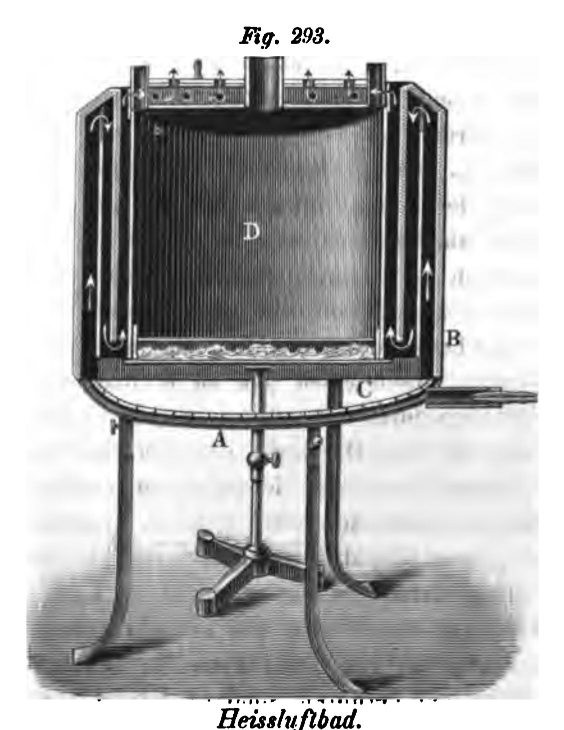
weissen Niederschlages im ersteren Falle zeigt Magnesia, im letzteren Falle Kalk an, es können aber auch beide vorhanden sein.

Die Lieferungsbedingungen besagen ferner, dass die Oele bei längerem Lagern keinen Bodensatz bilden, d. h. keine unlöslichen Bestandtheile abscheiden dürfen. Die Beobachtung ist einfach, dass gleich nach der Lieferung, wenn die Oele durch den Transport, Schütteln etc. noch aufgerührt sind, Pro-

ben in Glascylinder gefüllt und beobachtet werden. Schmutztheile würden sich ja sehr bald erkennen lassen, aber auch hier ist Acht zu geben auf die Erdseifen, dieselben haben bei dünnen Mineralölen das Bestreben sich zu Boden zu setzen.

Besser ist es, nach längerem Lagern mittelst geeigneter Heber Proben aus den Fässern zu entnehmen und zu filtriren,

Fig. 293.



Heissluftbad.

A Ringkammer. *B* Thonmantel. *C* Metallcylinder. *D* Trockner resp. Destillationsraum.

je nach der Consistenz des Oeles sind Heisswassertrichter, noch vortheilhafter Heisslufttrichter von E. Bühler in Tübingen — Fig. 292 — zu verwenden. Die Heisslufttrichter sind angefertigt nach dem Principe der Luftbäder — Fig. 293 —, indem die heisse Luft in dreifacher Schicht von aussen nachströmend, den auf 3 Thonröhren ruhenden Glastrichter umgiebt. Die Vorzüge dieses Trichters vor den gebräuchlichen Heisswassertrichtern liegen darin, dass die Temperatur durch Verstellen

des Ringbrenners und Aenderung des Gaszuflusses innerhalb weiter Grenzen verändert werden kann und nie die Gefahr einer Verunreinigung des Filtrates vorhanden ist, welche bekanntlich bei den häufig undicht werdenden Wasserbadtrichtern durch Ausrinnen des Wassers sehr leicht vorkommt.

Es ist oben erwähnt worden, dass zu näheren Untersuchungen von Mineralölen häufig Fractionirungen nothwendig sind und deshalb mögen bei den Heissluфttrichtern gleichzeitig die Heissluftbäder, welche zu diesem Zwecke vorzüglich geeignet sind, erwähnt werden.

Ein solches L. Meyer-Bühler'sches Luftbad ist in Fig. 293 abgebildet, der innere, oben und unten stets gleich temperirte Raum ist als Trockenkasten, sowie zur Destillation von Stoffen, die sich an der erhitzten Glaswand leicht zersetzen oder auch zur trocknen Destillation, ebenso zur Einleitung von Reactionen, die eine bestimmte Temperatur verlangen, zu benutzen.

Vier Cylinder umschliessen den zu erhitzenden innersten Raum, welcher oben durch den aufgesetzten, dreifach tubulirten, mit Regulirung für den Durchtritt der Heizgase versehenen Deckel, und unten durch den doppelten auf einem Dreifusse sitzenden Boden verschlossen werden kann. Letzteres bildet ein auf- und abzuschiebendes wegnehmbares Tischchen. Die Heizung geschieht durch den mit regulirbarem Luftzutritt versehenen und an den drei Füssen des Apparates hoch und tief verstellbaren Flammenkranz. Die Flämmchen dürfen nirgendwo das Metall unmittelbar berühren, sondern den zu erwärmenden Raum nur mit den mit „möglichst wenig überschüssiger Luft" gemischten Verbrennungsproducten in der Art umgeben, dass diese in dreifacher Schicht von aussen nach innen strömend, ihn ringsum einhüllen und die äusserste heisseste Schicht entweder durch einen mit schlechten Wärmeleitern ausgefüllten doppelten Kupfercylinder, oder durch einen feuerfesten Thoncylinder geschützt wird, man erhält dann bei richtiger Handhabung eine gleichmässige Temperatur.

Nach Wegnahme des Deckels und des inneren Cylinders und Einlegen eines Dreiecks aus Porcellanröhrchen kann das Luftbad zur Destillation aus Retorten oder Kolben gebraucht

werden und gewährt hier den grossen Vortheil, dass der Destillationsraum ganz gleichmässig erhitzt wird.

Ad 8. Das Verhalten gegen Schwefelsäure dient zur Erkennung einer mangelhaften Raffination, der Gegenwart von Brandharzen und Theerölen. Gleiche Volumina Oel und Schwefelsäure von einem specifischen Gewichte = 1,530 — circa 10 Cc. — werden in einem Reagensglase öfter kräftig gemischt und später der Ruhe überlassen; eine zweite gleiche Probe wird im Wasserbade unter öfterem Umrühren bis auf 100° C. erhitzt. Es darf die abgesetzte Schwefelsäure sowohl bei der Kälte- als auch bei der Wärmeprobe höchstens gelblich gefärbt sein, aber keine Braunfärbung noch irgend welche Abscheidung von Kohle etc. zeigen. Vielfältig ist zu der Prüfung auch eine Schwefelsäure von 1,60 vorgeschrieben.

Ad 9. Das Verhalten der Salpetersäure von 1,45 specifischem Gewicht zu den Mineralölen ist ein sehr verschiedenes und soll namentlich dienen zum Nachweise von Theerölen, welche erkannt werden an der Temperaturerhöhung beim Mischen der beiden Körper, aber auch zur Unterscheidung russischer und amerikanischer Schmieröle. Eine Säure von dieser Concentration greift aber jedes Mineralöl mehr oder weniger an und bildet Nitrobenzolproducte, so dass diese Methode zu dem Zwecke nicht benutzt werden kann und auch für diesen Zweck von den Eisenbahnverwaltungen nicht „unbedingt" mehr zur Bedingung gemacht wird.

Eine Salpetersäure von dieser Concentration wirkt aber auch so heftig ein, dass die grössere oder geringere Wärmeerhöhung eben nur die Gegenwart von mehr oder weniger leicht oxydirbaren Körpern anzeigt und darin sind ja von den einzelnen Bahnverwaltungen weite Grenzen gelassen. So gestatten die Eisenbahndirectionen von Bromberg und Elberfeld bei einer Ausgangstemperatur von 15° C. eine Temperaturerhöhung von 20° C., also bis 35° C., während die Königl. Eisenbahndirection Frankfurt a/M. höchstens eine Temperaturerhöhung von 9° C., also bis 24° C. zulässt. Wenn auch in den Lieferungsbedingungen gesagt ist, „gleiche Volumina" und „Ausgangstemperatur 15° C.", so ist dies nicht genau genug ange-

geben, denn die Grösse des Gefässes, in welchem die Mischung stattfindet, die angewandten Volumina von Salpetersäure und Oel etc., die Zeit der Einwirkung spielen eine bedeutende Rolle und werden je nachdem andere Resultate erzielt. Jedenfalls ist vor der eigentlichen Prüfung der Temperaturerhöhung ein Versuch über die Einwirkung einer solchen concentrirten Säure auf das betreffende Mineralöl zu machen, um ein Ueberschäumen etc. zu verhindern.

Zur eigentlichen Untersuchung empfiehlt es sich, die Operation in einem 40 Cc. fassenden, graduirten Glascylinder von 2 Centimeter Lumen vorzunehmen, jedoch ist vorher ein genau schliessender Kork einzupassen, der bis zu 40 Cc. reicht und durch welchen 1. ein bis 50° C. zeigender Thermometer mit langem Quecksilbergefässe und zwar so geht, dass das Quecksilbergefäss unterhalb der ersten 20 Cc. des Cylinders kommt und die + 15° C. mit dem Korke abschneiden, 2. ein kleines Glasröhrchen geht, welches zum Entweichen der Gase dient, während des tüchtigen Schüttelns aber von oben nach unten mit dem Finger zugehalten wird.

Ist nun alles gehörig vorbereitet, das Cylindergefäss, die Säure und das Oel auf die nöthige Temperatur von 15° C. gebracht, so werden zuerst 10 Cc. Säure und dann 10 Cc. des fraglichen Oeles abgemessen, letzteres muss aber sehr vorsichtig eingegossen werden, damit nicht eine vorzeitige Mischung stattfindet, dann wird der Kork in der beschriebenen Weise aufgesetzt und die beiden Flüssigkeiten kräftig durchschüttelt; man beobachtet darauf die Anfangstemperatur, wiederholt das Schütteln und notirt die höchste Temperatur.

Es ist unbedingt nothwendig, die Ausgangstemperatur 15° C. einzuhalten, da Temperatur-Correctionsberechnungen unstatthaft sind.

Die heftigsten Einwirkungen finden auf die amerikanischen Oele, die schwächsten auf die russischen Oele statt, in der Mitte steht Oelheim.

Ad 10. Das Verhalten gegen Natronlauge soll die Gegenwart von pflanzlichen oder thierischen Fetten und Oelen ergeben. Es darf das fragliche Oel beim Schütteln mit seinem

halben Volumen Natronlauge = 1,40 spec. Gew., also 10 : 5 Cc., weder in der Kälte noch in der Wärme des siedenden Wasserbades verseifen, sondern die Lauge muss sich stets klar abscheiden und zwar in dem gleichen Volumen, also 5 Cc.

Ad 11. Der Nachweis von Schleim ergiebt sich beim öfteren tüchtigen Schütteln des Oeles mit Wasser; es muss das Wasser sich vollkommen klar abscheiden, bei Gegenwart von Schleimtheilen setzt es sich weisslich trübe ab und die Trübung lässt sich nicht einmal durch öfteres Filtriren entfernen. Nach langem Stehen bildet sich zwischen Oel und Wasser eine weissliche flockige Schicht. Zuweilen setzen sich auch die Schleimtheile am Boden des Wassers ab. In diesem Wasser lässt sich nun auch ein etwaiger freier Mineralsäuregehalt mit Lacmustinctur nachweisen.

Ad 12. Bestimmung des Säuregehaltes. Zur qualitativen Nachweisung von Mineralsäuren in Mineralölen ist obige Methode die einfachste, handelt es sich um Gemische von Mineralölen und Rüböl etc. zur Bestimmung von Fettsäuren und Fremy-schen Säuren — Olein-, Stearin-, Palmitin und Glycerinschwefelsäuren —, so ist es gut, das Oel mit verdünntem Weingeist, circa 30procentig, auszuschütteln und diesen Weingeist mit Lacmus zu prüfen, oder das fragliche Oel mit einer 5procentigen Natriumbicarbonatlösung — 1 % Oel, 5 % Natronlösung — zu schütteln und das Gemisch zur Scheidung der Ruhe zu überlassen; war in dem Pflanzenöle Oelsäure, so scheidet sich zwischen Oel und Wasser eine lockere und flockige Seifenschicht ab. Eine alte Methode ist, das fragliche Oel mit Kupferasche — Kupferoxydul + Kupferoxyd — zu erwärmen, bei Gegenwart freier Fettsäuren färbt sich das Oel grün.

Die qualitativen Prüfungen der Oele auf freie Säuren haben direct keinen Werth. Die quantitative Bestimmung kann in solchen Gemischen mittelst des Burstyn'schen Oelsäuremessers geschehen, derselbe giebt in einer alcoholischen Fettsäurelösung den Gehalt an freier Fettsäure an. Um diese Fettsäurelösung zu erhalten, werden gleiche Volumina Oel und 88—90 % Weingeist tüchtig durchschüttelt und zwar in einem hohen Glascylinder zu 100 Cc., dann längere Zeit der Ruhe überlassen, bis sich

der Alcohol vollkommen vom Oele geschieden hat; der Alcohol hat dann die Oelsäure, sowie die anderen Fettsäuren aufgenommen. Mit dem Oelsäuremesser, einem Aräometer, der in 50 Grade — letztere in 3 Theile — getheilt ist, wird zuerst das Gewicht des reinen Alcohol, dann das Gewicht des Waschalcohol, d. h. des die Fettsäuren enthaltenden Alcohols bestimmt. Aus der Differenz der specifischen Gewichte lässt sich nun mittelst der von Burstyn aufgestellten Tabelle der Säuregehalt bestimmen.

Ein Burstyn'scher Oelsäuregrad ist = einem Cubikcentimeter Normalsalzsäure oder Normaloxalsäure und entspricht demzufolge auch einem Cubikcentimeter einer Normalalkalilauge und dieser wiederum 0,28 % Oelsäure.

Wenngleich mit dem Burstyn'schen Oelsäuremesser keine absolut genauen Resultate erzielt werden, da nicht alle Oelsäure mit dem Alcohol ausgezogen wird, sondern noch Theile von dem Oele zurückgehalten werden, dafür aber auch Theile des Oeles und Fremy'sche Säuren wiederum in Lösung gehen, so ist der einfachen Methode wegen dieser in der Praxis dennoch zu verwerthen.

Die genauesten Resultate, dabei sehr schnelle Methode, ergiebt die maassanalytische Bestimmung. Das betreffende Mineralöl oder Gemisch, circa 2—3 Grm., wird in 10 Cc. Alcohol und 20 Cc. Aether gelöst, mit wenigen Tropfen einer 1 procentigen Phenolphtaleinlösung versetzt und mit einer ½ oder $^1/_{10}$ Normalkali- oder Normalnatronlauge bis zum violetten Stich titrirt. Es können sowohl alcoholische Normallösungen als auch die wässrigen genommen werden; die alcoholischen Lösungen haben den Nachtheil, dass sie fortwährend durch Einwirkung des Alkali auf den Alcohol den Titer ändern und jedesmal eine neue Titerfeststellung stattzufinden hat, womit dann auch immer Umrechnungen verbunden sind.

In dem Vorhergehenden sind nun die einzelnen Lieferungsbedingungen erläutert und bei den Untersuchungen einzelne Fingerzeige gegeben; es handelt sich aber auch noch darum, weitere Untersuchungsmethoden mitzutheilen, welche sich in der Praxis bewährt haben.

Fette Oele in Mineralölen. Bekanntlich unterscheiden sich fette Oele und Mineralöle dadurch von einander, dass erstere sich mit Alkalien verseifen, während letztere unverseifbar sind. Fr. Lux hat nun darauf aufmerksam gemacht, dass schon beim Vorhandensein von 2 % fettem Oele in Mineralöl die gebildete Seife genügt, um beim Erkalten ein Erstarren der Flüssigkeit zu bewirken.

Die Verseifung beigemengter fetter Oele geht unter 200° C. langsam, aber am besten bei etwa 200° C. vor sich, weit über 200° C. zersetzt sich die gebildete Seife wieder. 15 Minuten langes Erhitzen ist die geeignetste Zeitdauer, bei Gegenwart von mehr als 10 % fetter Oele genügen 2—5 Minuten vollkommen.

Zum Nachweis geringer Mengen fetter Oele in Mineralölen, die eine grössere Menge unter 350° C. siedender Kohlenwasserstoffe enthalten, eignet sich am besten Natrium und nach diesem das Natronhydrat, da sich die bei Anwendung des ersteren bildende anhydrische Seife leichter in den leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen löst, als die aus dem Natronhydrat entstehende hydratische Seife, welche sich bei der oben genannten Temperatur von 200° C. eher in Flocken abscheidet als in dem Oele löst. Jegliches Umrühren oder Umschütteln beim Erhitzen oder Erkalten ist zu unterlassen.

Beim Erhitzen von Oelen mit über 10 % Oel tritt ein deutlicher Seifengeruch auf, der auch nach dem Abkühlen bleibt. Die von Natronhydrat und Natrium aufsteigenden Gas- und Luftbläschen vergehen in reinem Mineralöle sofort, während sie bei Gegenwart von fetten Oelen, in der Regel sogar nach dem Abkühlen bestehen, da durch die entstehende Seife die Wandungen der Bläschen eine gewisse Cohärenz erlangen. — Es ist dies ganz die gleiche Erscheinung wie bei den gewöhnlichen Seifenblasen. — Bei durchsichtigen Oelen lässt sich diese Erscheinung regelmässig noch bei einem Gehalte von ¼ % fetten Oeles erkennen. Bedient man sich zu den Versuchen der gewöhnlichen Probier- oder Reagensgläser von etwa 15—25 Mm. lichter Weite, so bilden sich beim Abkühlen an der Oberfläche der mit fettem Oele versetzten Mineralöle deutlich erkennbare trichterförmige Vertiefungen.

Das Gelatiniren des fettes Oel enthaltenden Mineralöles erfolgt schon bei ziemlich hohen Temperaturen, diese Temperaturen lassen sich aber nur ganz annähernd bestimmen, da der Uebergang eines Körpers aus dem flüssigen in den gelatinösen Zustand nur ganz allmählich sich vollzieht, nicht innerhalb scharfer Grenzen, welche die Methode zur quantitativen Bestimmung anwendbar machte.

Obgleich die Grenzen der Nachweisbarkeit nicht für alle Mineralöle und vielleicht auch nicht für alle fetten Oele gleich sind, so lässt sich doch stets 2% fettes Oel im Mineralöl mit Sicherheit nachweisen.

A. Vorversuch, beziehungsweise Nachweis grösserer Mengen von fettem Oele und mehr.

Zu etwa 5 Cc. des in einem Reagensglase befindlichen Oeles füge man ein Stückchen Natronhydrat, erhitze die Flüssigkeit direct über der Flamme bis zum Sieden und erhalte sie etwa 1—2 Minuten darin. Sind grössere Mengen von fettem Oele vorhanden, so erkennt man dies schon an dem auftretenden, eigenthümlich brenzlichen Geruche, sicher aber an dem in der Regel schon bei geringer Abkühlung eintretenden Erstarren der Flüssigkeit.

Da bei dem Vorhandensein von fettem Oele die Menge desselben wohl selber weniger wie etwa 10% beträgt, so wird in den meisten Fällen hiermit die Untersuchung beendet sein, d. h. wenn durch dieselbe die Anwesenheit von fettem Oele bestimmt nachgewiesen wurde. Ergab sich jedoch ein negatives Resultat, so geht man über zu

B. Nachweis geringerer Mengen von fetten Oelen bis zu 2% herab.

Es werden zwei mittelgrosse Bechergläser genommen, von denen das eine sich derart in das andere schieben lässt, dass die beiden Böden etwa 1—2 Cm. von einander abstehen. Dann bringt man in das weitere Becherglas so viel geschmolzenes Paraffin, dass, wenn das engere Glas in das weitere gesetzt wird, das Paraffin in dem engen, zwischen den Seitenwandungen befind-

lichen ringförmigen Raum etwas über der halben Höhe steht; in das innere Becherglas giebt man so viel Paraffin, dass sich die beiden Flüssigkeitsspiegel annähernd in gleicher Höhe befinden. Auf diese Weise wird ein Paraffinbad erhalten, welches ein Ueberhitzen der in den Reagensgläsern befindlichen Flüssigkeiten unmöglich macht. Ein in das innere Becherglas eingehängter Thermometer zeigt die Temperatur, welche auf 200—210° C. zu halten ist, an.

Zwei Reagensgläser werden mit einigen Cubikcentimetern des zu prüfenden Oeles versehen und in das eine einige Schnitzel Natrium, in das andere ein Stängelchen Natronhydrat gegeben, so dass das letztere etwa 1 Cm. hoch von dem Oele bedeckt ist.

Die beiden Reagensgläser werden in das Paraffinbad gestellt und die Zeit notirt; 15 Minuten bleiben dieselben ruhig in dem Paraffinbade, dann werden dieselben vom Paraffin befreit und zur Abkühlung hingestellt.

Bei Gegenwart von nur 2 % fettem Oele erstarrt in einem oder beiden Röhrchen das abgekühlte Oel zu einer Gallerte, die beim Umkehren der Gläser nicht herausläuft und nur bei starkem Aufschlage der Röhrchen sich ablösen lässt.

Mineralöle und fette Oele lassen sich auf folgende Weise bequem und quantitativ bestimmen:

10 Grm. des fraglichen Oeles werden mit circa 4 Grm. Natronhydrat, 60 Cc. Wasser und 10—15 Cc. Weingeist verseift, nach der Verseifung der Alcohol vollständig abgetrieben und der Seifenleim etc. mit verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure schwach übersättigt. Die Fettsäuren incl. Mineralöl müssen sehr sorgfältig gewaschen werden bis das Waschwasser keine saure Reaction mehr zeigt. Darauf wird das Gemisch in Aether-Alcohol gelöst und bis zu einem bestimmten Volumen, etwa 100 Cc. aufgefüllt und ein aliquoter Theil davon in der bekannten Weise mit Normalalkali titrirt:

Normalalkali

1 Cc. enstpricht	= 0,282	Grm.	Oelsäure	= 0,884 Olein
1 „ „	= 0,284	„	Stearinsäure	= 0,890 Stearin
1 „ „	= 0,256	„	Palmitinsäure	= 0,806 Palmitin

Normalalkali
1 Cc. entspricht = 0,270 Grm. Fettsäuren als Margarinsäuregemisch = 0,848 Margarinsäure
1 „ „ = 0,258 „ Fettsäuren = 0,860 Oel,
bestehend aus je einem Molekül Stearin, Palmitin und Olein.

Die Differenz zwischen der in Arbeit genommenen Menge und dem berechneten Oele ergiebt die entsprechende Menge Mineralöl.

Auf gleiche Weise lassen sich auch Gemische von Harzölen und fetten Oelen quantitativ bestimmen, nur ist zu berücksichtigen, dass die Harzöle stets das Bestreben haben zu säuern.

Mineralöle und Harzöle in fetten Oelen. 5 Grm. des fraglichen Oeles werden mit 2—3 Grm. Natronhydrat, 30—40 Cc. Wasser im Wasserbade erwärmt, und zur Beschleunigung der Verseifung kann noch ein Zusatz von 10 Cc. Weingeist gemacht werden, bei grösseren Mengen schwimmen Harzöle und Mineralöle auf dem Seifenleim, bei geringeren Mengen dieser Oele bleiben dieselben im Seifenleim suspendirt. Zur Umwandlung des überschüssigen Natronhydrat in einfach kohlensaures Natron wird circa 1 Grm. Natriumbicarbonat zugesetzt, das Ganze unter Zusatz von etwas Sand zur Trockne verdampft und der Rückstand mit Aether oder Petroleumäther ausgezogen; die Auszüge werden dann in einem taxirten Kölbchen gesammelt, die Aetherart abdestillirt und der Rückstand gewogen; er enthält die nicht verseifbaren Harz- oder Mineralöle. Es ist unbedingt nothwendig, zur Trockne einzudampfen, denn wird der Seifenleim mit Petroleumäther ausgeschüttelt, so quillt die Masse zu 4—5 Volumen auf und scheidet sich der Petroleumäther nur äusserst langwierig und zwar erst nach Zusatz von Kochsalz ab. Zur näheren Prüfung, ob das rückständige Oel **Harzöl** oder **Mineralöl** ist, wird eine Probe in einem Reagensglase mit dem gleichen Volumen Salpetersäure von 1,185 spec. Gew. zum Sieden erhitzt, Harzöl wird sehr stark angegriffen und zeigt einen charakteristischen Harzgeruch in Verbindung mit Salpetersäuredämpfen, während Mineralöl von solcher Säure kaum angegriffen wird; es lassen sich auch beide Oele im Gemische

erkennen. Harzöl zeigt gegen wasserfreies Zinnchlorid und Zinnbromid ein eigenthümliches Verhalten, werden 10 Tropfen des fraglichen Oeles mit einem Tropfen der Zinnverbindungen in einer Porcellanschale zusammengerührt, so tritt Purpurfärbung ein.

Zum Nachweis von **Mineralöl im Harzöl** benutzt Finkener die verschiedene Löslichkeit der beiden Oele in einem Gemisch von 10 Volumen Alcohol von 0,8182 spec. Gew. bei 15,5° C. und 1 Volumen Chloroform.

Die Harzöle lösen sich bei 23° C. beim Schütteln mit dem 10fachen Volumen dieses Gemisches auf; während die Mineralöle mit hohem Siedepunkte sich bei 23° C. mit dem 100fachen Volumen desselben Gemisches nicht auflösen. Also aus dem ungelösten Theile, welcher beim Vermischen von einem Volumen des fraglichen Oeles und 10 Volumen des Chloroformspiritusgemisches bleibt, lässt sich das Mineralöl erkennen und in einem graduirten Cylinder auch quantitativ ermitteln.

Valenta bedient sich zur Unterscheidung der Mineralöle und Harzöle des Eisessig — Seite 322 —. Harzöle lösen sich bei 50° C. darin leicht, Mineralöle nur wenig und zwar lösen 10 Cc. Eisessig 0,2823—0,6849 Grm. Mineralöl, dagegen 1,7—2 Grm. Harzöl; doch wächst bei Gemischen die Löslichkeit nicht proportional mit dem Gehalt an Harzöl.

Zur Unterscheidung beider Oele lässt sich auch **Aceton** — Seite 301 — anwenden, Harzöl lässt sich damit in jedem Verhältnisse mischen, während Mineralöl das mehrfache Volumen zur Lösung brauchen. Demsky & Marawski haben daraufhin eine Methode zur Bestimmung von Harzölen in Mineralölen gegründet, welche aber bei dem zu verschiedenen Verhalten der Mineralöle doch nicht recht anwendbar ist; bei den Versuchen haben Obige aber die Bemerkung gemacht, dass sich kaukasische und wallachische Oele viel schwerer in Aceton lösen als amerikanische und galizische Oele.

Zur Unterscheidung von Harzölen und Mineralölen dient auch das starke Rechtsdrehungsvermögen des Harzöles; das polarisirte Licht ist fast ohne Einwirkung auf Mineralöle.

Es möge hier noch einmal auf die Verschiedenheit der 3 Oele im specifischen Gewichte aufmerksam gemacht werden.

Schwere Mineralöle .	von	0,850—0,945	spec. Gew.
Harzöle	„	0,960—0,990	„ „
Kreosotöle, Theeröle	über	1,000	„ „

Unterscheidung amerikanischer und russischer Mineralöle (Bakuöle).

Die verschiedene Zusammensetzung der Oele ist Seite 86 bis 108 ausführlich berücksichtigt. Zur Unterscheidung der beiden Oelarten dienen fast ausschliesslich die physicalischen Eigenschaften, denn die Temperaturerhöhung der Oele bei der Behandlung mit Salpetersäure von 1,45 spec. Gew. ist nicht maassgebend genug und das Verhalten gegen Schwefelsäure umständlich. Die amerikanischen Oele bleiben bei der Behandlung mit Schwefelsäure dunkel, während die russischen dadurch heller werden und fast ganz gebleicht werden können.

Es sind zu berücksichtigen:

1. Das specifische Gewicht der Fractionen, erhalten bei gleichen Siedetemperaturen.
2. Der Entflammungspunkt der Fractionen, erhalten bei gleichen Siedetemperaturen.
3. Die Lichtbrechung im Abbe'schen Refractometer.
4. Die Viscosität.
5. Kälteprobe.

Bei Unterscheidung der Leuchtöle handelt es sich nur um die drei ersten Punkte. Sowohl bei den Leuchtölen als auch bei den Schmierölen stellt sich heraus: dass sowohl das specifische Gewicht als auch der Entflammungspunkt höher liegt und ebenso der Brechungsindex bei den russischen Oelen stärker ist, als bei den amerikanischen Oelen.

Lichtbrechung der Fractionen der Leuchtöle nach Engler.

Fractionirung bei . . .		140—160;	190—210;	240—260° C.
Amerik. Leuchtöl	Brechungs-	1,427	1,444	1,459
Russisch. „	index	1,441	1,439	1,472

Specifische Gewichte und Entflammungspunkte der Fractionen von Leuchtölen.

Fraction von:	Amerikan. Leuchtöl		Russisches Leuchtöl	
	Spec. Gew.	Entflammung	Spec. Gew.	Entflammung
150—200° C.	0,790	26,5° C.	0,805	31° C.
200—250 „	0,810	39,0 „	0,835	63 „
250—300 „	0,825	—	0,850	—
150—300 „	0,800	28,0 „	0,825	45,5 „

Bei den Schmierölen stellen sich dieselben Verhältnisse heraus; zur Untersuchung der Lichtbrechung mit dem Abbeschen Refractometer sind aber nur die niedrigst siedenden Antheile zu verwerthen.

Der Abbe'sche Refractometer (von C. Zeis, Jena) ist ein vereinfachter, verbesserter und für die Praxis hergerichteter Meyerstein'scher Spectrometer, welcher dem Mineralogen und Chemiker dient, um in festen prismatischen Körpern, in Flüssigkeiten und in Hohlprismen die Brechung und Zerstreuung zu bestimmen — Seite 464 —.

Bei den nicht destillirten amerikanischen Mineralölen, wie Vulkanöle und Cylinderöle, zeigen dieselben bei gleichem specifischen Gewichte mit russischen Oelen eine höhere Viscosität und einen höheren Flammpunkt.

Die russischen Mineralschmieröle bilden selbst bei wiederholter Destillation kein sich krystallinisch abscheidendes Paraffin, während bei wiederholter Destillation amerikanischer Schmieröle sich immer einzelne kleine Fractionen bilden, aus welchen sich in der Kälte Paraffin abscheidet.

Bei der Kälteprobe bleiben die russischen Schmieröle bis zu — 15—20° C. von Honig- bis Schmalzconsistenz, während die amerikanischen Oele schon bei 0° bis — 5° C. butterartig, bei — 10° C. talgartig erstarren.

XVI. Kerosenfabrik.

Hierzu Tafel VI: *A* Kesselhaus. *B* Destillationshaus. *C* Behälter für die Destillationsrückstände. *D* Behälter für Rohpetroleum. *E* Raffinerie. *F* Benzinhaus. *G* Lagerraum. *H* Geschäftsräume. *J* Verpackungsraum.

a Dampfkessel. *b* Destillirkessel. *c* Kühler. *d* Vorlage. *e* Dampfpumpe. *f* Brunnen. *g* Wasserbehälter. *h* Vorwärmröhren. *i* Pumpe. *k* Cysterne zu Rohpetroleum. *l* hochstehende Behälter. *m* Säuremischer. *n* Laugenmischer. *o* Luftpumpe. *p* Dampfpumpe. *q* Empfangscysternen. *r* Lagercysternen. *s* Empfangskasten. *t* Säuremischer. *u* Laugenmischer. *v* Dampfrectificationsapparat. *w* Kühler. *x* Vorlage. *y* Cysterne. *z* Fässer.

Die Errichtung einer jeden Fabrik erfordert einen möglichst vortheilhaften Gang zu erzielen und dies ist zu erreichen durch Auswahl eines geeigneten Platzes, hier für eine Kerosenfabrik die unmittelbare Nähe eines Wassers, welches hinreichende Mengen Wasser zum Betriebe abgiebt, wo möglich terrassenförmiges Terrain zum geeigneten Aufstellen der Apparate etc. und Ersparung von Pumpanlagen und bequeme Verkehrsmittel zur billigsten Herbeischaffung der Rohmaterialien, Feuerung und Chemikalien und zur billigsten Wegschaffung der fertigen Waaren etc., sei es durch Eisenbahn oder schiffbaren Fluss etc.

Die auf Tafel VI angegebene Anlage ist für ebenes Terrain berücksichtigt und wird die nothwendige bewegende Kraft mittelst Dampf ausgeübt. Dabei ist Sorge zu tragen, 1. dass von der bewegenden Kraft nichts ungenutzt verloren geht; 2. dass der Krafterzeuger dieselbe mit dem geringsten unumgänglichen

Verlust zum Gebrauche geeignet mache, 3. dass die Transmissionen so wenig wie möglich Kraft absorbiren, sondern dieselbe 4. grösstentheils auf die arbeitenden Maschinen übertragen werde und auch dort nicht noch Verluste entstehen, sondern ein hoher Nutzeffect, d. h. wirkliche Leistung und Arbeit erlangt werde; 5. Hauptbedingung einer Anlage und Leitung einer Fabrik ist die kaufmännische Berechnung und sachgemässe Organisation.

Die Einzelheiten zur Tafelerklärung ergeben die Buchstabenerklärungen; im Uebrigen muss auf das ganze Capitel VIII, Verarbeitung des Rohpetroleum etc. — Seite 539—639 — verwiesen werden, es sei hier nur noch zu bemerken:

Das Erdöl wird in den Vorrathbehältern, Cysternen *k* gesammelt, dieselben sind in die Erde versenkt und enthalten zusammen den Vorrath für einen Monat. Von den Cysternen aus wird mittelst der Pumpe *i* in einen hochstehenden eisernen Behälter *l* soviel Erdöl gepumpt, als zur täglichen Destillation für die zwei Destillationsapparate *b b* gelangen soll.

Von diesen hochstehenden Behältern kann nun das Petroleum direct in die Destillationsapparate geleitet werden, oder es wird erst durch Vorwärmröhren *h* geleitet, welche sich bei den Reservoiren *C* für die Destillationsrückstände finden.

Die Destillirapparate und Kühlsysteme, Vorlagen etc. sind nur angedeutet und können beliebige Systeme zur Anwendung kommen.

Von den Vorlagen *d* wird das Oel in die Cysterne *q* geleitet, um von hier aus in die Säure- *m* resp. Laugenmischer *n* gepumpt zu werden. Für das Benzinhaus *F* gelten die gleichen Angaben, nur ist die Anlage entsprechend kleiner.

Der Feuergefährlichkeit halber, welche in einer Kerosenfabrik herrscht, ist es nothwendig, die nur aus Stein und Eisenconstruction herzustellenden Gebäude so weit als möglich aus einander aufzubauen, um bei einem ausbrechenden Feuer dasselbe auf seinen Raum zu beschränken.

Nach C. Engler berechnen sich im Bakudistrikte (1886) die Kosten für 1 Metercentner = 100 Kilogramm Brennöl — Kerosen — folgendermaassen:

3,5 Mc. Rohnaphta	1,78 Mark
Schwefelsäure	0,15 „
Aetznatron	0,11 „
Arbeiterlöhne	0,06 „
Verwaltung	0,07 „
Kesselrevisionen	0,18 „
Tilgung (Amortisation) 15 % .	0,24 „
1 Mc. Brennöl =	2,59 Mark

Zu dem Brennöle kommen noch als Ausbeute 50 %, also 1,7 Mc. Rückstände, welche zur Zeit einen Werth von etwa 40—50 Pfennigen für 1 Mc. besitzen; ausserdem gehen 6 % Rückstände in der Fabrikheizung (Destillation, Dampfkessel etc.) auf.

Die Arbeitslöhne betragen für einen Arbeiter 40 Mark monatlich, sind also nicht hoch und dabei bilden die für die gewöhnlichen Arbeiten meist angestellten Tartaren dortiger Gegend ein sehr zuverlässiges und anstelliges Arbeiterpersonal. Weniger werden die Perser gerühmt.

Bezüglich der Kosten für Neuanlage einer Raffinerie gilt nach Ragosine als Norm, dass man bei grossen Raffinerien, mit mehr als 80000 Mc. Jahreserzeugung, die Productionsziffer in Metercentner mit 1,2 multiplicirt um die erforderliche Summe in Mark zu erhalten.

Eine Fabrikeinrichtung von 100000 Mc. Jahreserzeugung kommt hiernach auf 120000 Mark zu stehen. Die Kosten sind, abgesehen von den Apparaten, dadurch verhältnissmässig gering, dass wegen des nur ausnahmsweise eintretenden Regenwetters Kessel, Blasen, Behälter u. dgl. unmittelbar im Freien, also ohne Ueberdachung aufgestellt werden.

Für kleine Fabriken hat man anstatt mit 1,2 mit einer höheren Zahl, bis zu 1,8 zu multipliciren.

XVII. Register.

Die Namen aus den Tabellen sind nicht mit aufgenommen, weil dieselben nach den Hauptgruppen im Register leicht zu ermitteln sind.

	Seite
Abfallproducte, Schwefelsäure	875
Abfallproducte, Verwerthung	870
Acenaphten	279
Acetanilid	355
Aceton, Acetone 301, Tab.	303
Acetonitril 357, Acetylsäure	64
Acetylen 245, Acetylene 227,	243
Acridin	351
Acrolein 305, Acrylsäure	305
Aethan	215
Aethen 238, Aethene	237
Aether, Aetherarten Tab.	322
Aethin	245
Aethylen	238
Aethylwasserstoff	215
Aggregatzustand	364
Albocarbon	772
Alcohol	292
Alcohole 282, Tab.	289
Aldehyd 300, Aldehyde Tab.	302
Alkylsäuren	319
Alliol 326,	747
Allylen	246
Ameisensäure	309
Amidobenzol	346
Amidophenole 339,	342
Amidosäuren 339,	342
Aminbasen	342
Ammoniac	873
Ammoniac, schwefelsaures	874
Ammoniacwasser	870
Ammoniacwasserausbeute	148
Amylalcohol	292
Amylen	241
Amylwasserstoff 217,	597
Analyse, empyreumatische	168
Anilin 346, -Darstellung	761
Anthracen aus Schmiermittelrückständen	637
Anthracen-Darstellung	778
Anthracen-Eigenschaften	271
Anthracenhydrüre	273
Anthracenlöslichkeit Tab.	780
Anthracenöl 742, -Verarb.	778
Anthrachinon	299
Anthracit	133
Anthracolithe	14
Anthrole	282
Antifrictionsmetall	1010
Aräometer	371
Aräometervergleichung., Tab.	372
Aräometerwage	369
Asfalto	38
Asphaltbildung 61, Vork.	38
Asphalt, Eigenschaften und Zusammensetzung	117
Asphalt, Elementarzusammensetzung, Tab.	118
Asphaltgewinnung	526
Asphaltgruben	525
Asphalt. liquidum	38
Asphaltpräparate	531
Asphaltsteine von Lobsann, Production, Tab.	533

Seite

Asphaltsteine, Zusammens. 125
Asphaltwachs 129
Astatki 600
Astralöl 583
Azabache 160
Azobenzol 338, Tab. 338
Azokörper 338, Tab. 345
Azophenole 338, Tab. 345

Backkohlen 134
Bahn's Oelprobirmaschine 928
Bakunin 954
Baldriansäure 314
Basen, Amid-, Imid-, Nitril- 335
Basen, Nitril- im Vorlauf 746
Bastkohle 159
Baumé'sche Grade bei 12,5° C. 87
bei 15,5° C., Tab. 569
Baumöl 952, 1012
Baumwollensamenöl 953, 1012
Belmontin 622, -öl 614
Benzamid 356, Benzine 251
Benzerithren, Benzoësäure 315
Benzoin 254
Benzol-Darstellung 755
Benzol-Eigenschaften 251
Benzol-Gewinnung in Thonthürmen 726
Benzol, Handelssorten, Tab. 757
Benzophenol 294
Benzophenon 302
Bergbalsam, -öl 16
Bergpech, -theer 383
Bergwachs 42
Bitumen, Vorkommen 16, 38
Bituminit 57, 189
Bituminolithe 14, 57
Bituminöse Schiefer, Theerausbeute, Tab. 193
Bituminous Coal 44
Blätterschiefer 159, 176
Blattkohle 160
Blauöl aus Erdwachs 673
Blauöl aus Harz 867
Blausäure 360
Bogheadkohle, Aschen-Zusammensetzung, Tab. 191

Seite

Bogheadkohle, Eigenschaften und Zusammensetzung 189
Bogheadkohle, Elementarzusammensetzung, Tab. 191
Bogheadkohle, Theerausbeute, Tab. 192
Bogheadkohle, Vorkommen 57
Bogheadkohlentheerdestillat. 788
Bohrlöcher, Tiefe 514
Bohrmaschine 494
Bohrprofile 36, 491
Bohrthürme 469
Bohrwerkzeuge 477
Bohrwinde 474
Braunkohle, Aschen-Zusammensetzung, Tab. 164
Braunkohle, Bildung 78
Braunkohle, Eigenschaften u. Zusammensetzung 159
Braunkohle, Elementarzusammensetzung, Tab. 162
Braunkohle, fasrige 159
Braunkohle, Förderung 536
Braunkohlenparaffine 823
Braunkohle, Vorkommen 50
Braunkohle, Wärmeeffecte, Tab. 166
Braunkohle, Zersetzungsprod. 168
Braunkohlentheerausbeute 169, 173
Braunkohlentheerbenzin 806
Braunkohlentheerdestillation 788
Braunkohlentheergewinnung 700
Braunkohlentheeröle, Verarb. 793
Brechungsindices 464, Tab. 465
Bremsband 896
Bremsdynamometer 894
Brenzcatechin 157, 295
Brenztraubensäure 303
Brix'sche Grade 378, Spindel 373
Bromderivate 278
Buchenholztheer-Kreosot 320
Burstyn's Oelmesser 1028
Butan 216, Buten 240
Buttersäure 313
Butylen 240
Butylwasserstoff 216, 597

	Seite
Calorie	657
Camphene 227, 246, Camphin	865
Candle coal	133
Cannelkohlentheerdestillation	788
Capitalanlage zur Erdölproduction 1038, Tab.	522
Caproylen	241
Caproylwasserstoff 218,	597
Caprylwasserstoff	221
Car oil	614
Carbamid	355
Carbamide 334,	354
Carbaminsäure	355
Carbazol	351
Carbinole 289,	310
Carbinolgruppe	304
Carbolöl	741
Carbolsäure, Bestimmung	770
Carbolsäure, Darstellung	762
Carbolsäure, Eigenschaften	294
Carbonsäuren 304, Tab.	304
Carboxylderivate, Tab.	299
Carbylamine 354,	358
Ceresin 682, -Darstellung	688
Cerin, Cerosin	682
Charbon de terre	44
Chinolinbasen	352
Chinon	298
Chlorderivate	278
Chromometer 398,	401
Chrysen, Eigenschaften 274,	637
Cire de terre	42
Codöl	865
Coerulignon	876
Coksöfen	698
Colloidparaffine	621
Colophonium	857
Colzarine	614
Condensation, fractionirte	802
Consistenz	364
Coulomb's Reibungsmesser	899
Coupier's Destillationsapparat	751
Cracked oil	571
Crackingprocess	571
Crackingproducte	571
Creosote oil, Destillation	149
Creosote oil, Verarbeitung	742

	Seite
Cresylsäure 297,	762
Cumole, Eigenschaften	256
Cyanameisensäure	363
Cyanbenzol	356
Cyanide	357
Cyanmethyl	357
Cyanmethyl im Vorlauf	746
Cyansäure	357
Cyanwasserstoffsäure	360
Cylinderöle	614
Cymogen	597
Cymol, Eigenschaften	257

Dead oil	149
Densimeter	370
Dephlegmatoren	594
Deprez & Napoli, Oelprobirmaschine	923
Destillation des Erdöles	564
Destillation, fractionirte	91
Destillation, trockne	142
Destillationsapparate	539
Decan	223
Dibenzyl	264
Dichroïsmus	523
Diglyceride	321
Diphenyl 262, -methan	263
Dysodil 50,	159

Eisessig 312,	875
Elaidinsäure	315
Elaterit	161
Electricitätsleitung	465
Entflammbarkeit	404
Entflammungspunkt 407,	410
Entflammungsp. für schwere Mineralöle 442,	445
Entflammungstemper. versch. Petroleumsorten, Tab.	408
Entzündbarkeit	405
Entzündungspunkt	407
Entzündungspunkt f. schwere Mineralöle	445
Erdharz 38, -Kohle	50
Erdölbildung	60

Seite

Erdöle, Destillation 564
„ Eigensch. u. Zusammensetzung 100, Zus. 1033
Erdöle, Afrikanische 100
„ Amerikanische 101
„ Asiatische 106
„ Europäische 109
Erdöle, Export, Lagerung etc. amerikanischer Tab. 640
Erdöle, Gewinnung 466
Erdöle, Heizwerthe, Tab. 656
Erdöle von Baku, Statistik, Verfrachtung 637
Erdöle, Vorkommen 16
Erdölgase, Zusammens. Tab. 89
Erdölproducte 99, Gesammtproduction, amerik., Tab. 640
Erdölraffinerien, Tab. 638
Erdölrückstände z. Feuerung 654
Erdpech, Eigensch. u. Zus. 117
Erdpech, Gewinnung 526
Erdpech u. Erdtheer, Bildung 60
Erdpech, Vorkommen 38
Erdseifen 954, 1026
Erdtheer, Bildung 61
Erdtheer, Eigensch. u. Zus. 117
Erdtheer, Elementarzus., Tab. 119
Erdtheer, Vorkommen 38
Erdwachs, Bildung 60
Erdwachs, Eigensch. u. Zus. 129
Erdwachs, Gewinnung 534
Erdwachs, schwarzes 129
Erdwachs, Vorkommen 42
Erstarrungspunkt 389
Erstarrungspunktbestimmung 392
Essigsäure 309, 312
Essigsäure aus Holzessig 875
Ester 322

Farbe 396
Farbenmesser, Stammer 401
Farbenmesser, Wilson 398
Farbnüancen des Petroleum 397
Faserkohle 133
Fayol & Petit, Reibungswage 926
Felsenöl 16
Fichtenharz 855

Seite

Filtrirapparat für gebrauchte Schmieröle, Franken 1003
Filtrirapparat für gebrauchte Schmieröle, Koellner 1005
Fischthran 953, 1012
Fleckwasser 253
Fluoranthen, Fluoren 263, 637
Förderkohle 697
Fossil Coal 44
Fossilien, Begriff 12
Fossilien, Bildung 60
Fremy'sche Säuren 1027
Frictionsräder, -rollen 891
Fuselöl 292

Gagat 50, 160
Galipot 857
Gasausbeuten, Tab. 148
Gase in Braukohlengr., Tab. 157
Gase in Steinkohlengr., Tab. 132
Gaskohle 135
Gasolin 597
Gasquellen 22, 501
Gefrierpunkt 388
Gelatine, flüssige 954
Geneseeöl 16
Geruch 395, Geschmack 395
Gesammtproduction von Erdöl 516
Glanzkohle 133, 160
Glycerin 291, 293
Glycocoll 340
Glycole 285, 291, 303
Goudron mineral 38
Graisse de Strassbourg 38
Green grease 742
Grobkohle 133
Grubengas 212
Grubengas der Steinkohlen, Zusammensetzung, Tab. 532
Grünfett = Anthracenöl 742
Grünöl aus Erdöl 673
Grünöl aus Harz 867
Guajacol 320
Guanidin 340
Gussasphalt 532

	Seite
Halogenderivate der Kohlenwasserstoffe, Tab.	278
Haloidäther	275, 280
Harnsteff	355
Harz, Burgunder u. gemeines	856
Harzdestillation	855
Harznaphta	860
Harzöl	860, 868
Harzöl u. fette Oele, Unters.	1032
Harzöl u. Mineralöl, Unters.	1032
Harzöl, Zusammens., Tab.	863
Harztalg	862
Harzthran	862
Heckmann's Naphtadestillator	591
Heckmann's Kohlenfilter	619
Heptan 219, Hexan	218
Holzessig	875
Holzessiggeist	292, 875
Honigstein	161
Hosemann, Schmierbüchse	999
Houille 44, brun 50, terreuse	50
Huiles legères	149
Huiles lourdes	149
Huiles moyennes	149
Hydrazin	339
Hydrobenzolkohlenwasserstoffe	258
Hydrocarbon	854
Hydrocarboxylderivate	310
Hydrochinon	298
Hydrometer	373
Hydroxylderivate (Alcohole)	284
Hydroxylderivate der Kohlenwasserstoffe, Tab.	288
Jähn's Oelprobirmaschine	937
Jet 50, Jews Pitch	38
Imidverbindungen	351
Journal oil	614
Isoparaffine	209
Judenharz, -leim, -pech	38
Kalkseife	954, 1021
Kannelkohle	133
Kenderbal, Kunderbal	42
Kerosen, Eigenschaften	582
Kerosenfabrik	1036
Kerosenreinigung	573
Kerosenrückstände, Verarb.	612
Kerosolen	567
Kesseldosen	543
Kesselreihen nach Nobel	553
Kesselwaggon	543
Kesselwalzen	542
Ketone	301, 303
Kiefer's Schmierapparat	1000
Kienöl 458, Kir	38
Klaubwachs	670
Klauenfette	953, 1012
Kohle, bituminöse, harzige	44
Kohlensäure	355
Kohlenschiefer	133
Kohlenschmieröl	949
Kohlenwasserstoffe, aromatische	230, 234
Kohlenwasserstoffe der Benzolreihe, Tab.	152
Kohlenwasserstoffe, Bildung	195
	268, 723
Kohlenwasserstoffe, gesättigte	211
Kohlenwasserst., ungesättigte	236
Kohlenwasserstoffe der Sumpfgasreihe, Tab.	202
Kolloidparaffine	621
Korallenöl	16
Kreosol 290, Kresole	282, 297
Kreosot	298
Kreosotöl als Heizmaterial	781
Kreosotöl zur Imprägnirung	787
Kreosotöl zur Russgewinnung	784
Kreosotöl, Verarbeitung	777
Kresylalcohol, Kresol	297
Kresylsäure, Eigensch.	297
Kühlapparate	559
Kunstwachs	682
Lagermetalle, Zusammens.	1008
Lehmnaphta	42
Leichtöle	149, 741
Leptometer	386
Leukanilin	350
Liasschiefer	128
Lichtbrechung	464

Seite
Lichtmesser 451
Lichtstärken, Tab. 449
Lieferungsbedingungen 1014
Lignite 50
Ligroin 99, 568, 599
Lithanthrax 44
Luftmischer 577
Lünnemann's Schmierappar. 1001
Lux'sche Oelprobirmaschine 921

Magnesiaseife 954, 1021
Maltha, Malthe 38
Mansfield's Benzolblase 750
Marmorwachs 129
Masut 600
Mattkohle 133
Meerschweinthran 953, 1012
Melissylwasserstoff 224
Mercaptane 325, im Vorlauf 745
Mercaptide 325
Mesoparaffine 210
Metanaphtalin 862
Methan 212
Methylalcohol 292, 876
Methylamin 340
Methylwasserstoff 212
Mineral-Colza 614
Mineral Pitch 38
Mineral tar 38
Mineralien, Begriff 12
Mineralöle 16, 614
Mineralöle, consistente 954
Mineralöl-Gelaltine 954
Mineralöle in fetten Oelen 1032
Mineralöle und Harzöle 1033
Mineralölsäuren 363
Mineraltalg 614, -theer 38
Mineralwachs 42
Mittelöle 149, 741
Möhringsöl 614
Mollerup's Schmierapparat 994
Monoglyceride 321
Moorkohle 160
Morin's Reibungsmesser 902
Mumia mineralis = Asphalt 38
Myristicylwasserstoff 224

Seite
Naphta, C B A-Darstellung 598
Naphta-Rückstände 600
Naphta, Vorkommen 16
Naphtadil 42
Naphtalin 149
Naphtalin, Darstellung 772
Naphtalin, Eigenschaften 267
Naphteïn 161
Naphtochinon 299
Naphtole 282, Naphtoline 614
Natronlauge, Verhalten gegen Mineralöle 1027
Natronlauge, Wiedergewinnung 780
Nefta-gil, Neft-gil 42
Neoparaffine 210
Nitrile 354, 358
Nitrile im Vorlauf 741
Nitrobenzol, Darstellung 759
Nitrobenzol, Eigenschaften 332
Nitrochloroform 333
Nitroderivate 330
Nitronaphtalin 331
Nitrophenole 339
Nitrosäuren 339
Nitrosobenzol 329
Nitrosonaphtalin 329
Nonan 222
Normalparaffine 208

Octan 221
Oelbildendes Gas 238
Oelbrunnen und -Bohrungen, Tab. 515, 516
Oele, fette in Mineralölen 1030
Oele, fette und Harzöle 1033
Oelgasofen 845
Oelprüfungsmaschinen
„ Bahn 928
„ Deprez & Napoli 923
„ Fayol & Petit 926
„ Jähn 937
„ Lux 921
„ Thurston 914, 919
„ Willigk 931
Oelpumpen 485, -quellen 500

Seite

Oelsäure 315, -süss 293
Oenanthylen 242
Oenanthylenwasserstoff 219, 597
Oil Creosote- 149
Oil Dead- 149
Oil Heavy- 149
Oil Light- 149
Olefine 227, 637, Olene 227, 236
Oleometer 372
Oleonaphta 614
Oleum empyreumaticum 169
Oleum Lithantracis 169
Oleum Petrae 16
Olivenöl 952, 1012
Oxalsäure 317
Oxybenzoësäure 316
Oxytoluol 297
Ozocerite 42
Ozo-Cerotin 682
Ozokerit, Bildung 69
Ozokerit, Gewinnung 536
Ozokerit, raffinirt 691
Ozokerit, Vorkommen 42
Ozokeritöl 675
Ozokeritparaffin 691

Pachymeter 380
Palmitinsäure 314
Palmitylwasserstoff 224
Papierkohle 159, 176
Parachrysen 275
Paraffin 225, Paraffine 211
Paraffin aus Braunkohlen 822
Paraffin aus Erdöl 622
Paraffin aus Erdwachs 673
Paraffin, fossiles 42
Paraffinbutter 675
Paraffinkohle 159
Paraffinmasse, Verarb. 815
Paraffinöl aus Braunkohlen 811
Paraffinsorten, A. B. C. 635
Paraffinsorten, Schmelzpunkt, Tab. 826
Paraffinsorten, specif. Gew., Tab. 825
Paraffinsorten, Zusammensetzung, Tab. 823

Seite

Paraffinum liquidum 636, 827
Paraffinum molle = Vaseline 616, 673
Paraffinum solidum 827
Paranaphtalin 271
Parrot coal 57
Patentlagermetall 1010
Patentpalmölschmiere 948
Patentstarrschmiere 949
Patentwagenfett 868
Patrik's Schmierapparat 996
Pechkohle 160
Pech aus Erdöl 636
Pech aus Steinkohlentheer 743
Pech, weisses 858
Pelargylwasserstoff 222
Pentan 217, 597
Petrole, Petroleum 16
Petroleumäther 589, 598
Petroleum, Bildung 60
Petroleumbenzin 598
Petroleum, Destillation 539
Petroleumgallerte 621, 954
Petroleum jelly 621
Petroleumleitungen 506
Petroleumprober
„ Abel 410
„ Dänische 433
„ Hermann 428
„ Salleron 437
„ Saybolt 433
„ Tagliabue 432
Petroleumreinigung 573
Petroleumrückstände 654
Petroleum, Vorkommen 16
Petroleumwachs 622
Phenanthren 272
Phenol 294
Phenol, Darstellung 762
Phenole 282, 289
Phenolith 296
Phenylamin 346
Phenylen 767
Phenylennaphtalin 270
Phenylsäure, Darstellung 762
Phenylsäure, Eigenschaften 294
Phenylsenföl 152, 357

Seite

Phenylwasserstoff 251
Phlegma 594, 728
Phlobaphen 155
Phlorol 298
Phönixöl 614
Photogen 808, 809
Photometer 451, 453
Phtaleïne 318
Phtalsäure 317
Phytogenite 14, 44
Picen 275
Picnometer 366
Pikrinsäure 335
Pininsäure 860
Pinolin 865, 867
Pinus-Arten 855
Pipe lines 506
Pissasphalt 38
Pitgas 212
Pix tumens — Bitumen 38
Posidonienschiefer 127
Production von Braunkohlen und Steinkohlen Tab. 536
Production von Erdöl, Tab. 520
Prony'scher Zaum 894
Propan 216
Propionsäure 312
Propylamin 341
Propylaminwasserstoff 215
Propylen 200
Prüfungsmethoden für Mineralöle 1014
Pyren 270, 637
Pyridinbasen 352
Pyrogallol 299, 317
Pyrogallussäure 299
Pyronaphta 16
Pyrrol 351, 791, -roth 354
Pyrrolin 354

Quirinusöl 16

Ragosine 614
Reibungscoëfficienten 882
„ von Coulomb 901
„ von Freese 959

Seite

Reibungscoëfficienten
„ von Kirchweger 955
„ von Lamanski 962, 970
„ von Morin 905
„ von Thurston 956
„ von Tower 972, 974
„ Grenzwerthe, Tab. 884
„ für Schmiermittel 885
Reibungsmesser, Bahn 920
„ Coulomb 899
„ Morin 902
„ Thurston 919
Reibungswagen
„ Fayol & Petit 926
„ Hirn 908
„ Kirchweger 912
Residuen 600
Reten 272
Retinalithe 13, 16
Retinaphta 254, 861
Retinit 161, Retinol 862
Retinyl 861
Retisteren 863
Rhigolen 597
Rhodanwasserstoffsäure 357 871
Rindertalg 953, 1012
Robbenthran 1012
Rock oil 16
Rohpetroleumproduction Amerikas Tab. 520
Rohpetroleumproduct. Russlands Tab. 525
Ropa, Vorkommen 16
Rosanilin 349
Rosin oil 868
Rothguss 1007
Rüböl 953, 1012
Russbereitung 784
Russkohle 44, 133
Rutylwasserstoff 223

Salicylsäure 316
Salmiak 875
Salpetersäure, Verhalten gegen Mineralöle 1025
Sammelbehälter 506

Seite

Sauerwasser 875
Säureamide 354, 358
Säureanhydride 322
Säuregehalt der Oele 1027
Savalle's Colonne 754
Scheererit 161
Schieferkohle 133
Schieferkohle, Eig. u. Zus. 189
Schieferkohle, Theerausbeute 193
Schleimtheile im Oele 1027
Schmelzlep 670
Schmelzpunktbestimmung 390
Schmelzwachs 671
Schmierapparate 980
Schmierbüchsen 989
Schmiergelatine 954
Schmierhähne 983
Schmierkohle 159
Schmiermittel 979
Schmieröle 614
Schmieröl-Destillationsrückst. 636
Schwärze 682
Schwarzkohle 44
Schweelöfen 701, 704
Schweelversuche nach verschiedenen Methoden, Tab. 705
Schwefelcyanwasserstoffsäure 357
Schwefelkohlenstoff 327
Schwefelsäure, Verh. gegen Oele 1025
Schweinefett 953, 1012
Schweröle 741, 742
Schwühl 57
Sebonaphta 614
Selbstentzündung 403
Senecaöl 16
Senföl 357
Sinterkohle 134
Smola-Asphalt 38
Solaröl 614, 809
Specifisches Gewicht, Best. 366
Specifisches Gewicht nach Brix'scher Scala, Tab. 378
Spindelöle 614
Starrschmiere 949
Stearinsäure 314
Steinfett 38, -öl 16

Seite

Steinkohle, Aschenzus., Tab. 140
Steinkohle, Bildung 78
Steinkohle, Eigensch. u. Zus. 131
Steinkohle, Elementarzusammensetzung, Tab. 139
Steinkohle, Förderung 536
Steinkohlengase, Tab. 132
Steinkohlentypen nach Gruner Tab. 118
Steinkohlen, Vorkommen 44
Steinkohlen, Wärmeeffect, Tab. 137
Steinkohlen, Zersetzungsgrad 151
Steinkohlentheer 149
Steinkohlentheerausbeute, Tab. 148
Steinkohlentheerbasen, Tab. 154
Steinkohlentheerbenzin, 757
Steinkohlentheercampher 267
Steinkohlentheerdestillation 730
Steinkohlentheergewinnung 694
Steinkohlentheerkreosot 762
Steinkohlentheer, Neutrale Körper im, Tab. 152
Steinkohlentheeröle 149
Steinkohlentheersäuren, Tab. 154
Steintalg 42
Stinkkohle 159
Storage tanks 541
Styrol 261
Sulfalcohole, Sulfphenole 325
Sumpfgas 212
Sylvinsäure 860

Talgöl 1012
Tension der Dämpfe versch. Flüssigkeiten, Tab. 400
Terpene 227, 246
Terpentin 856, -öl 858
Theer, Allgemeines 721
Theer als Heizmaterial 781
Theer zur Russgewinnung 784
Theergewinnung 721
Theergewinnung aus bitumin. Schiefer 700
Theergewinnung aus Braunk. 700
Theergewinnung aus Steink. 694
Theersäuren 762

Seite
Thioäther, Thioaldehyd 325
Thiophen 354
Thurston's Oelprobirmaschine 914, 919
Tolan 264, Toluene 254
Toluidin 348, Toluol 254
Torbanehillkohle, Torbanit 57
Torfanalysen Tab. 183
Torfaschen, Zus., Tab. 182
Torfbildung 78
Torf, Destillationsproducte 185
Torf, Elementarzus., Tab. 182
Torf, Theerausbeute 187
Torf, Vorkommen 50
Torpedo 500
Tourbe, Turf 50
Triacetin, -glyceride 321
Tribometer 900, 907
Triolein, -palmitin 321
Tristearin 321

Valerylen 246
Vaseline aus Erdöl 616, 621
Vaseline aus Erdwachs 673
Verdampfungswerthe d. Heizmaterialien, Tab. 659
Verdickungspunkt 389
Viscosimeter von Engler 382
„ von Fischer 381
„ von Lepenau 386
„ von Schübler 380
„ von Vogel 380
Viscosität, specifische 384
Viscositätsbestimmung 377

Seite
Volumeter 371
Vorlauf 149, 740
Vorrathsbehälter 506
Vulkanöl 614

Wachs, fossiles 42
Wärmeeinheiten 657
Wage, Mohr'sche 366
„ Reimann'sche 369
„ Westphal'sche 367
Wagenschmieren 953
Wale oil 953, 1012
Walfischthran 1012
Walrat 319
Walratöl 953, 1012
Walzenöle 614
Wasserdichtung 482
Weber's Schmierapparat 989
Weichparaffin 621
Weissguss 1007
Willigk's Oelprobirmaschine 931
Wisk = Erdwachs 42
Wurzeltheer 858

Xylenole 282, Eigensch. 298
Xylole, Eigensch. 255

Zähflüssigkeit, Bestimmung 377
Zapfenreibung 888
Zoogenite 13, 16
Zoophytogenite 14

Zusätze.

Seite 4 zu den Angaben des Elsässer Arztes Helsicus Rösslin: danach sollen die **Oelquellen bei Pechelbronn** so ergiebig gewesen sein, dass die Bauern der Umgegend dasselbe in Lampen brannten und als Wagenschmiere benutzten.

Seite 18 zu Californien: Pico Canon, Hopper Canon, Utah.

Seite 25. China: Ho-Tsing, Provinz Szu-Tchhuan.

Seite 25. Japan: Provinz Potomi.

Seite 28. Frankreich: auf Corsica bei Guagno.

Seite 38 zum Vorkommen des Erdpeches: Pix tumens = Bitumen.

Seite 39. Sicilien: bei Ragusa.

Seite 41. Bitumenhaltige Sande finden sich auch bei Grosswardein in Ungarn.

Seite 58. Hauptfundorte bituminöser Schiefer: in Russland im Gouvernement Räsan.

Seite 74 zu Lignin: incrustirte Materie.

Seite 77 zu Astelia pumila: eine Juncaceae.

Seite 100—116:

Ausbeute einiger Rohöle an Naphta, Brennöl und Schmieröl nach B. Redwood.

Abstammung	Spec. Gew.	Naphta	Brennöl		Schmieröl
		%	%	Spec. Gew.	%
Persien	0,777	1,4	87,5	—	—
Ost-Indien . . .	0,821	3,6	62,5	0,800	32,0
Kyuk Phyou, Birma	0,818	—	55,7	0,800	31,3
Minbyin, „	0,866	—	15,1	0,810	65,9
West-Barangah „	0,888	—	7,2	0,815	89,3
„ „ „	0,835	2,5	66,1	0,810	27,3
Assam	0,933	—	—	—	94,2
Indien	0,935	—	20,0	0,805	60,0

Abstammung	Spec. Gew.	Naphta	Brennöl		Schmieröl
		%	%	Spec. Gew.	%
Russland	0,836	20,0	40,0	—	37,5
Hannover	0,843	10,0	60,0	0,812	27,5
Südamerika . . .	0,852	—	50,0	0,808	45,0
„ . . .	0,900	—	—	—	91,5
Neuseeland . . .	0,828	—	60,0	0,808	38,0
Italien	0,787	45,0	45,0	0,806	5,0
Nordamer. Wyoming	0,911	2,5	27,5	—	57,5
„ „	0,945	—	10,0	—	72,5

Seite 524. Die Ausbeutung des Erdöles ist im Elsass mit Pechelbronn, Bibersheim und Ohlungen bedeutender als in Oelheim; während in Oelheim zur Zeit eine Rohölgewinnung von etwa 50 Fass pro Tag stattfindet, werden im Elsass 140—150 Fass gewonnen, davon mindestens 90 % von Le Bel in Pechelbronn, auch sind daselbst in neuester Zeit mehrfach kräftige Springquellen erbohrt worden.

Druckfehler.

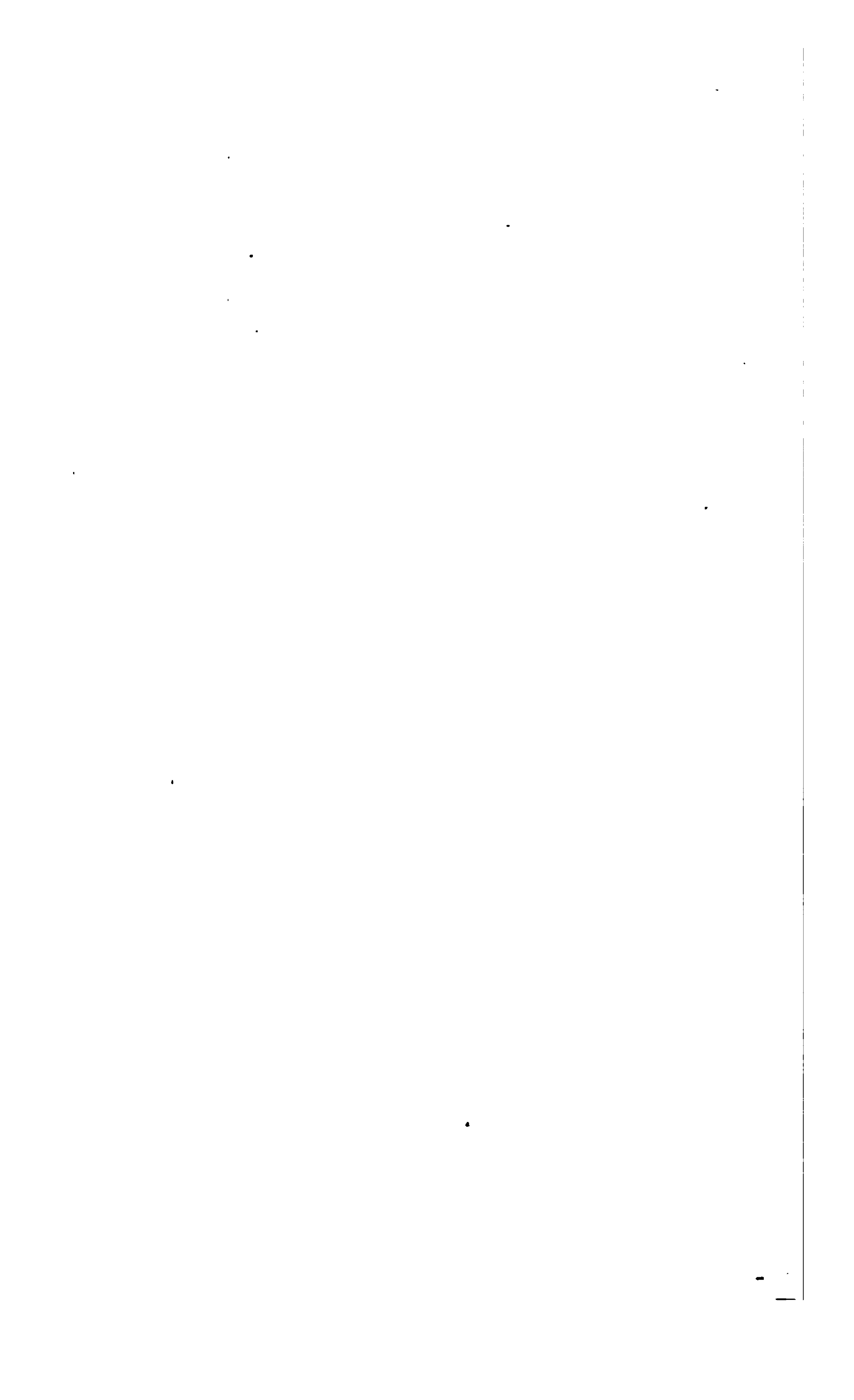
Zu lesen

Seite				
Seite	9	statt	Autum	— Autun.
„	27	„	Armiano	— Amiano.
„	39	„	Sebinsco	— Sebinico.
„	39	„	Pechelbrunn	— Pechelbronn.
„	40	„	Subapernninformation	— Subapenninenformation.
„	49	„	Ibbersbüren	— Ibbenbüren.
„	49	„	Steigersdorf	— Steierdorf.
„	49	„	Roschitza	— Reschitza.
„	58	„	Egerer Beckern	— Egerer Becken.
„	66	„	die Neubildung	— der Neubildung.
„	77	„	Asteria	— Astelia.
„	99	„	25—300	— 250—300.
„	144	„	Woalf'sche	— Woulf'sche.
„	149	„	moyenennes	— moyennes.
„	153	„	Naphtalin $C_{10}H_6$	— $C_{10}H_8$.
„	199	„	$C\equiv$	— $C\equiv N$.
„	225	„	Lekon	— Leken.
„	237	„	Aethylen C_2H_2	— C_2H_4.
„	238	„	bezeichnet	— bezeichneten.
„	258	„	Methacymol	— Metacymol.
„	261	„	4 Atome Wasser	— Wasserstoff.
„	267	„	$C_{10}H_4$ in der Naphtalinformel	— C_6H_4.
„	299	„	welche	— ; die Säure ist.
„	352	„	Carboxyl	— Carbazol.
„	352	„	Piccolin	— Picolin.
„	400	„	Maassröhre II	— Maassröhre III.

Seite 400 statt Farbglasröhre III — Farbglasröhre II.
„ 401 bei der Fig. 50 statt II Maassröhre — II Farbglasröhre.
„ 401 bei der Fig. 50 statt III Farbglasröhre — III Maassröhre.
„ 401 statt geschützt — geschätzt.
„ 405 „ Formel So — Sb.
„ 639 „ Studge — Sludge.
„ 656 letzte Zeile statt wird — dient.
„ 864 statt Fig. 234 — Fig. 239.

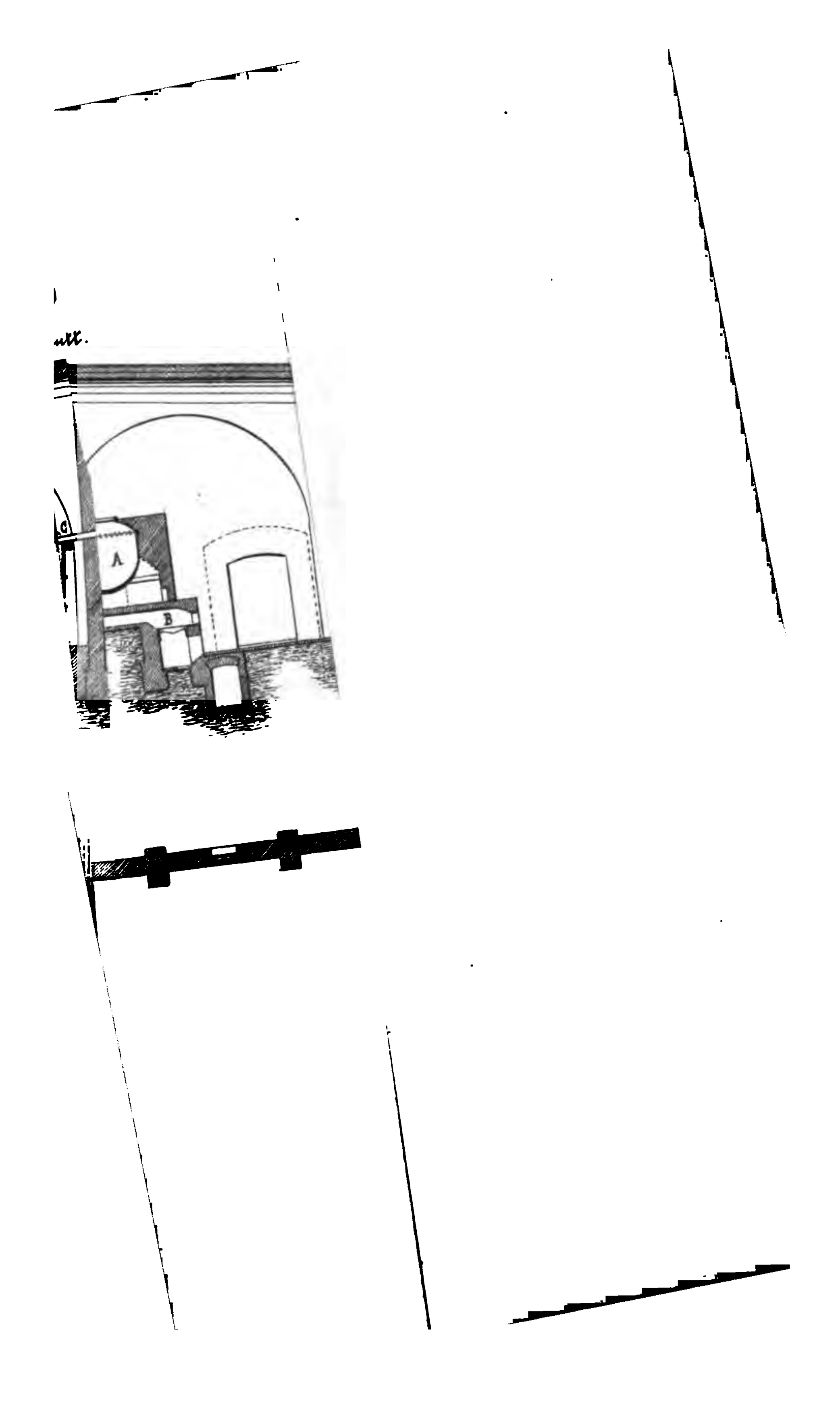
Druck von J. B. Hirschfeld in Leipzig.

pbei Orel { Sü



orten.

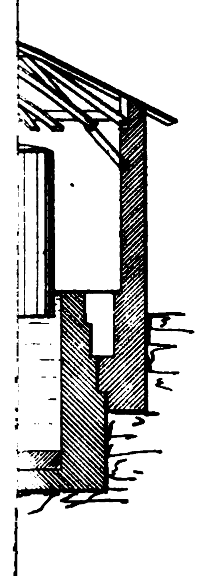
s.

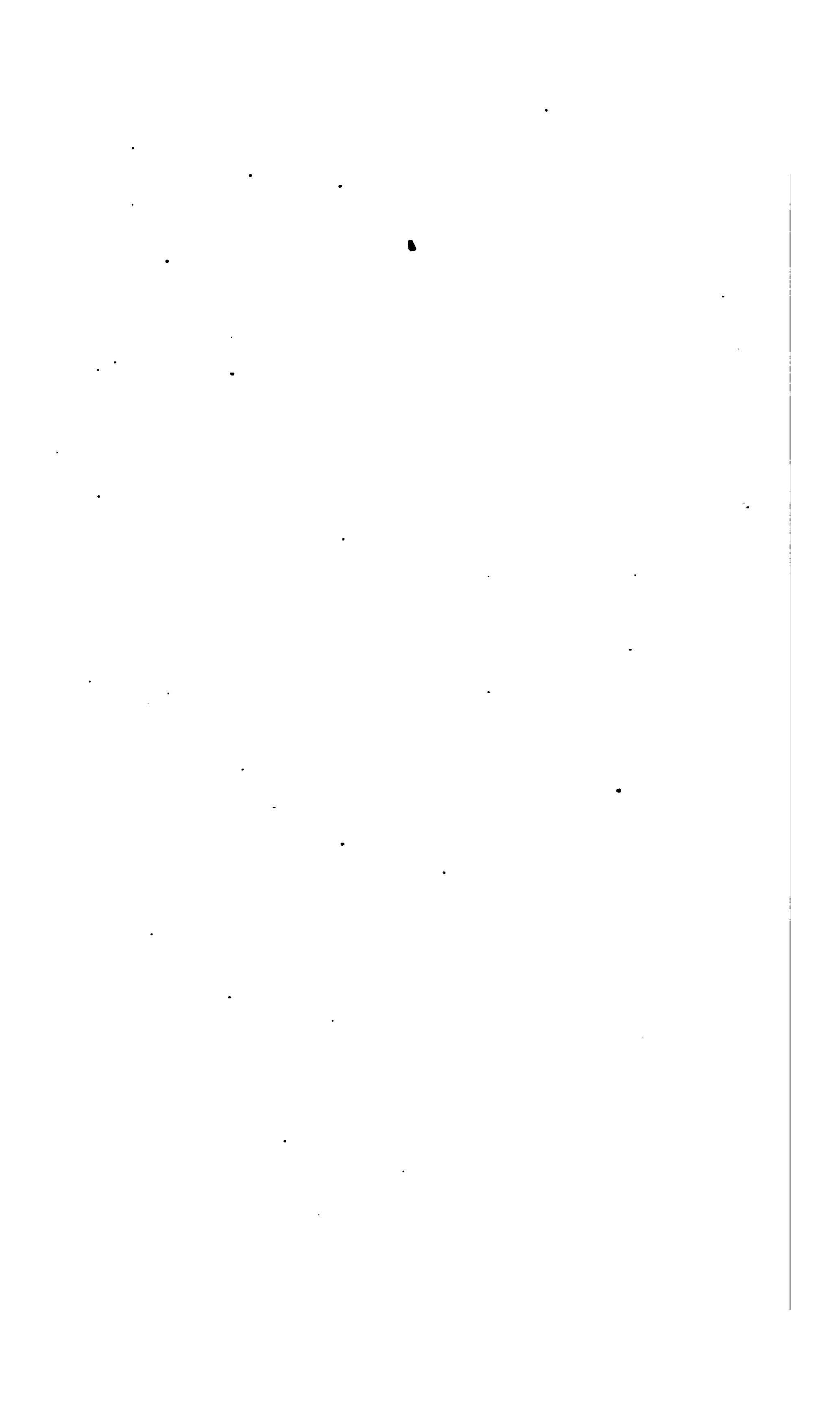


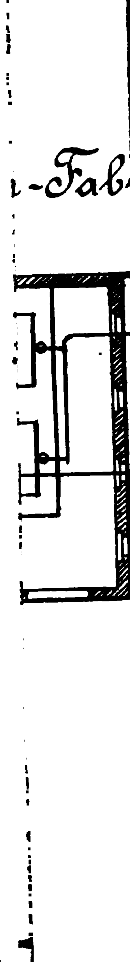
A
B
C

‹ stalt

‹ , System Pinks






-Fab

Die

Technologie

der

Fette und Oele der Fossilien

(Mineralöle)

sowie der

Harzöle und Schmiermittel.

Bearbeitet und herausgegeben

von

Dr. Carl Schaedler,

vereideter Chemiker und Sachverständiger der Königl. Gerichte zu Berlin.

Mit zahlreichen Textillustrationen u. mehreren Tafeln.

In 7 Lieferungen à 4 Mark.

Siebente (Schluss-) Lieferung.

Bogen 58 – 66 enthaltend.

Uebersetzungs- und andere Rechte vorbehalten.

Leipzig 1887,

Baumgärtner's Buchhandlung.

Prospect

über die

Technologie der Fette und Oele der Fossilien

(Mineralöle)

sowie der

Harzöle und Schmiermittel.

Gewissermassen den zweiten Theil „Nichtverseifbare Fette“ zu des Verfassers Buch „Verseifbare Fette“ (Fette und Oele des Pflanzen- und Thierreichs) bildend, umfasst dieses Werk in 18 Kapiteln Folgendes:

I. **Geschichtlicher Ueberblick.**

II. **Begriff der Fossilien.** Vorkommen des Erdöles, Erdpeches (Asphalt, Bitumen), Erdtheeres, Erdwachses und der Steinkohlen, Braunkohlen, bituminösen Schiefern etc. in geologischer Hinsicht.

III. **Theorie über Ursprung und Bildung der Fossilien.**

IV. **Allgemeine Betrachtungen über Fossilien.** Physikalische Eigenschaften, chemische Zusammensetzung, Verhalten der Fossilien in der Hitze, trockne Destillation, fractionirte Destillation.

V. **Chemische Constitution der Mineralöle.** Bildung der Kohlenwasserstoffe. Einwirkung chemischer Agentien auf Mineralöle. Verhältniss der Mineralöle zu den Pflanzen- und Thierfetten.

VI. **Physicalische Eigenschaften der Mineralöle.** Consistenz, Farbe, specifisches Gewicht, Viscosität, Erstarrungspunkt, Schmelzpunkt, Geruch, Veränderungen an der Luft, Entflammbarkeit, Entzündbarkeit, Brennbarkeit, Siedepunkt; Electricität und Lichtbrechungsvermögen. Bestimmungsmethoden der physicalischen Eigenschaften.

VII. **Gewinnung und Förderung des Erdöles, Bergtheeres, Asphalts, Erdwachses, von Steinkohlen etc. Anlage und Beschreibung von Oelbrunnen etc.**

VIII. **Verarbeitung von Rohpetroleum;** Trennung der darin enthaltenen Kohlenwasserstoffe Petroleumäther, Kerosen, Petroleum, Paraffinöl, Schmieröl, Vaseline etc.

IX. **Verarbeitung des Erdwachses (Ozokerit);** Trennung der darin enthaltenen Kohlenwasserstoffe, Benzin, Leuchtöl, Blauöl, Vaseline, Paraffin. Gewinnung des Erdwachses durch Extraction; Reinigung des Erdwachses zu Ceresin.

X. **Theergewinnung** aus Steinkohlen, Braunkohlen, bituminösem Schiefer, Torf etc.

XI. **Eigenschaften und Verarbeitung der Theere und Theerdestillationen.** Trennung und Reindarstellung der verschiedenen Theerprodukte, deren Beschreibung u. Eigenschaften. **Steinkohlentheerprodukte:** Benzol, Toluol, Carbolsäure, Kreosotöl, Naphtalin, Paraffin, Schmieröl, Anthracenöl etc. **Braunkohlentheerprodukte:** Photogen, Solaröl, Schmieröl, Paraffin etc. **Torftheerprodukte:** Torfol, Schmieröl, Paraffin etc. Verarbeitung der Abfallprodukte der Destillation. Sanitäre Verhältnisse der Arbeiter in Mineralölfabriken. Mineralöl-Paraffinölgasbereitung.

XII. **Harze und Harzdestillationen.** Harzöle und deren Reinigung. Retinaphta, Retinyl, Retisteren, Resinol, Camphin, Pinolin etc.

XIII. **Verwerthung der Abfallproducte.** Ammoniakwasser, Sauerwasser, Schwefelsäure, Natron.

XIV. **Schmiermittel.** Reibungswiderstände, Methoden zur Untersuchung der Reibungswiderstände. Prüfung der Schmiermittel auf Schmierfähigkeit. Eigenschaften und Wirkung guter Schmiermittel; Vergleichung der Schmierfähigkeit animalischer, vegetabilischer und mineralischer Fette und Oele. Apparate zum continuirlichen Schmieren etc.

XV. **Prüfungsmethoden für Mineralöle.** Verfälschungen. Unterscheidung russischer und amerikanischer Schmieröle etc.

XVI. **Kerosenfabrik.**

XVII. **Zusätze und Verbesserungen.**

XVIII. **Register.**

Vom gleichen Herrn Verfasser erschien bereits Herbst 1883:

Die Technologie der Fette und Oele

des

Pflanzen- und Thierreichs.

(Verseifbare Fette.)

70 Bogen gr. 8°, mit 397 in den Text gedruckten Holzschnitten und 6 lith. Taf. in Folio.

Preis cplt. gebunden 28 Mark

geheftet 26 Mark.

Dieses neue, nun vollständige Werk ist schon während des Erscheinens von der gesammten gewerblichen und technischen Presse und von angesehenen Fachleuten als wirklich **epochemachend** bezeichnet worden und empfehlen wir es der weitesten Beachtung. Dasselbe ist nicht nur für Chemiker, Technologen, Seifensieder etc., sondern auch für Maschinenbauer, Techniker und Constructeure von höchst schätzbarem Werthe, da es beispielsweise unter den zahlreichen in den Text gedruckten Holzschnitten nahe an 390 Abbildungen der neuesten Maschinen und Apparate enthält, welche in der Oel- und Fettindustrie, Seifensiederei, Kerzen- und Magarin-Fabrikation etc. gebraucht werden. Ausser 44 Pflanzen-Abbildungen findet der Leser 21 Abbildungen physikalisch-chemischer Apparate, 137 Apparate zu Oelmühlen, 10 zur Oelraffination, 27 zur Oelextraction, 9 zur Talgschmelzerei, 55 zur Seifen-, 18 zur Stearin-, 47 zur Kerzen- und 9 zur Magarinfabrikation; ausserdem aber noch 6 Tafeln „vollständige gewerbliche Anlagen." —

Ein ganz ausführliches Sach- und Namenregister über das 1108 Seiten umfassende Werk erleichtert den Gebrauch desselben ganz wesentlich.

Dr. Schaedler

vereideter Chemiker,
Sachverständiger und Taxator der Königlichen Gerichte
in Berlin.

Chemisch-technisches und analytisches Laboratorium,
(gegründet 1869)

technisches Bureau.

Analysen, Gutachten.

Anlagen und Reconstructionen von Oel- und Fettfabriken etc.

Berlin S.W., Planufer 24, nahe am Blücherplatz.

